AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Nicaraguan Livestock Technology Institute
NLTI

Autonomous National University of Nicaragua, León
NAUN-LEÓN
"Toward NAUN-León Bicentenary 1812-2012¨

Technology and Science Faculty

Agroecology Department

Researching Center for Agricultural Sciences and Applied Economic (RCASAE)

Working papers Series # 1
http//:www.cicaeaunanleon.edu.ni

INTA Chinandega Technology impact on the farm productivity of North Pacific Nicaragua, 2003-2009

RCASAE WORKING PAPER

Working paper # 1-2011

Technology Science Faculty
Agroecology Department
RESEARCHING CENTER FOR AGRICULTURAL SCIENCES AND APPLIED ECONOMIC (RCASAE)
Working papers series # 1
http//:www.cicaea.unanleon.edu.ni

INTA Chinandega Technology impact on the farm productivity of North Pacific Nicaragua, 2003-2009

Carlos Alberto Zúniga González* **Santo Ángel Navarrete Blanco** **

© Copyright 2011 by [Zúniga González, Carlos Alberto; Navarrete Blanco, Santo Ángel] All rights reserved. Readers may make verbatim copies of this document for non-commercial purposes by any means, provided that this copyright notice appears on all such copies.

Abstract

This paper examines total factor productivity growth impact for INTA-Chinandega Technology in 40 farms that account crop rice for a mean portion of the Nicaragua Pacific North. The estimations use data drawn from the Institutional Development Office of Pacific North NLTI and the study cover the period 2003-2009. A nonparametric programming method based on data envelopment analysis is employed to compute Malmquist productivity indexes. These are decomposed into two component measures: technical change (innovation: INTA-CHINANDEGA) and efficiency change (catching up). Moreover, the technical efficiency change calculated under the assumption of constant returns-to-scale technology can be decomposed as pure efficiency and scale efficiency change. The estimations, with panel data, include to Chinandega, Chichigalpa and El Viejo councils. The results showed that INTA Chinandega technology impacted on 5 % the mean change TFP. The cause was by the technical efficiency change more than the INTA Chinandega Technology. The TFP reach a maximum of 13 % inter annual for the El Viejo council.

JEL Classification: D: 24, O: 32, Q: 16.

Keyword: Total Factor Productivity Growth, Malmquist Index, Data Envelopment Analysis, INTA-Chinandega Technology, Panel Data.

* Correspondence author: Tel (505) 2311-1779/80; e-mail: czuniga@unanleon.edu.ni, czunigagonzales@gmail.com ; Address: Autonomous National University of Nicaragua, León. Technology and Science Faculty. Agroecology Department. Researching Center for Agricultural Sciences and Applied Economic. http//:www.unanleon.edu.ni Member # 10189 IAAE.

** Correspondence author: Tel (505) 2311-5446; e-mail: angelnavarre@yahoo.com Address: Institutional development office, INTA North Pacific.

INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

INTA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN

UNAN-LEÓN

"Hacia el Bicentenario de la UNAN-León 1812-2012¨

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Agroecología

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y ECONOMÍA APLICADA (CICAEA)

Serie de trabajos científicos # 1

http//:WWW.CICAEA.UNANLEON.EDU.NI

Impacto de la tecnología INTA Chinandega en la productividad de las fincas del Pacífico Norte de Nicaragua, 2003-2009

CICAEA SERIE DE TRABAJOS CIENTÍFICOS

Working paper # 1-2011

Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Agroecología
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ECONOMÍA APLICADA (CIEA)
INTA Pacífico Norte
Serie de trabajos científicos Paper # 1
http//:WWW.CICAEA.UNANLEON.EDU.NI

Impacto de la tecnología INTA Chinandega en la productividad de las fincas del Occidente de Nicaragua, 2003-2009

Carlos Alberto Zúniga González* **Santo Ángel Navarrete Blanco** **

© Copyright 2011 by [Zuniga González, Carlos Alberto; Navarrete Blanco, Santo Ángel]. Todos los derechos reservados, los lectores pueden hacer copias literalmente de este documento no para propósitos comerciales por cualquier medio, de tal manera que este copyright aparecerá en dichas copias.

Resumen

Este artículo estudia el impacto de la tecnología INTA-Chinandega en el crecimiento de la productividad de 40 fincas que contabilizan una representación importante del Pacífico Norte de Nicaragua. Las estimaciones usan los datos de la Oficina de Desarrollo Institucional (ODI) del INTA Pacífico Norte y el estudio cubre los ciclos productivos del 2003-2009. El método de programación no paramétrica es usado basado en el análisis de datos envolventes para calcular los índices de productividad de Malmquist. Estos son descompuestos en dos medidas: cambio tecnológico (Innovación: INTA-Chinandega) y el cambio de la eficiencia (catching up: acercamiento a la frontera tecnológica). Además, el cambio de la eficiencia técnica estimada asumida a rendimientos de escala constante puede ser descompuesto en el cambio de eficiencia técnica pura y cambio de eficiencia técnica a escala. Las estimaciones con panel de datos incluyen los municipios de Chinandega, Chichigalpa, y El Viejo. Los resultados mostraron que la tecnología de INTA Chinandega impacto en 1 % en el cambio promedio de la PTF. Las causas fue por el cambio en la eficiencia técnica más que por la tecnología INTA Chinandega. En el municipio de El Viejo la PTF alcanzó un máximo de un 13 % interanual.

JEL Classification: D: 24, O: 32, Q: 16.

Keyword: Crecimiento de la productividad total de los factores, Índice de Malmquist, Análisis de Datos Envolventes, Tecnología INTA-Chinandega, Panel de Datos.

---

* Correspondencia del autor: Tel (505) 311-0080 e-mail: czuniga@unanleon.edu.ni, czunigagonzales@gmail.com Dirección: Universidad National Autónoma de Nicaragua, León. Facultad de Tecnología y Ciencia. Departamento de Agroecología. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias y Economía Aplicada. http//:www.unanleon.edu.ni Member # 10189 de la IAAE

** Correspondencia del autor: Tel (505) 2311-5446 e-mail: angelnavarre@yahoo.com Dirección: Oficina de Desarrollo Institucional INTA Pacifico Norte.

1 Introducción

En Nicaragua el crecimiento de la productividad de las fincas ha sido una preocupación de los productores(as) y demás actores locales organizados en los gabinetes de producción municipales, pero principalmente para el INTA como primordial actor de la transferencia de tecnología. En tal sentido, las investigaciones de tecnologías que contribuyan en esta dirección han sido una preocupación de la academia y los investigadores del INTA. El crecimiento productivo en el sector agrícola es considerado esencialmente si los productos del sector agrícola crecen rápidamente como para satisfacer la demanda de alimentos en relación al crecimiento poblacional. En Nicaragua, son pocos los estudios que se han dirigidos en esta temática, sin embargo a nivel internacional este tema ha sido material de investigación intensiva en las últimas décadas para los economistas agrícola y profesiones a fines, así podemos mencionar que durante los años 1980 y 2010 un número de principales análisis de diferentes países se ha desarrollado para investigar la productividad agrícola (Coelli and Rao: 2005).

La mayoría de estos estudios han usado datos de corte seccional en aproximadamente 40 países para estimar la función de producción tecnológica de Coob Douglas aplicando métodos de regresión. Centrándose en la estimación de las elasticidades de la producción y la investigación de las contribuciones de la producción a escala, educación, y la investigación en explicar las diferencias de productividad en los países. De igual manera, se han realizado trabajos de investigación a nivel de región.

Nuestro artículo se centra en estudiar a nivel de la región Pacifico Norte de Nicaragua el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF), de las fincas que adoptaron la tecnología de arroz, conocida como INTA Chinandega durante los ciclos productivos 2003-2009.

La Tecnología INTA Chinandega es parte del esfuerzo del INTA por transferir tecnologías a los productores(as) brindando una variedad de semilla de arroz resistente al cambio climático. La importancia de este esfuerzo se centra en elevar el crecimiento de la productividad de las fincas productoras de arroz para satisfacer la demanda de este rubro en relación al crecimiento poblacional, pues actualmente no somos autos sostenibles, y dependemos de importaciones. Durante el periodo 2002 al 2005 el índice de dependencia externa aumento de 42 % a 58.2 %, disminuyendo para el año 2007 a 41.2 % y la tendencia es a disminuir para el año 2011 con las medidas del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), es en este contexto la importancia para investigar el crecimiento de la productividad de la variedad INTA Chinandega (Rivas: 2008).

INTA Chinandega es una variedad de arroz (Oryza sativa L) Precoz para condiciones de secano favorecido y riego. La variedad INTA Chinandega proviene del VIOFLAR 1997 de la Red de Arroz del Centro Internacional del Agricultura (CIAT). La variedad es derivada de la cruza doble CT-11519/CT-11492 que pertenece a *Oryza sativa* subespecie índica realizada en CIAT.

Nicaragua es propensa al igual que el área centroamericana a enfrentar las consecuencias del fenómeno del "Niño y la Niña", por ello en la actual situación ambiental el crecimiento de la liberalización del mercado y los riesgos macroeconómicos en la región, el crecimiento de la productividad es un importante mecanismo para promover la prosperidad económica en general y en el sector agrícola en particular (Pinstrup-Andersen 2002; Ruttan 2002). El análisis de recursos de crecimiento productivo sobre el tiempo, y las diferencias productivas entre los países y regiones ha sido un tema importante del análisis formal en la teoría del crecimiento y el desarrollo económico por muchos años. Hace unas pocas décadas, Hayami y Ruttan (1970) argumentaron que el efecto del crecimiento productivo en el sector agrícola es importante si el output agrícola es alto en porcentaje suficiente para encontrar el crecimiento de la demanda de alimentos, material vegetativo y plantas de la industrialización y la urbanización. Además, los rápidos ratios de ingresos y crecimiento poblacional son esperados para doblar la demanda de productos agrícolas sobre los próximos 50 años. De ahí, la utilidad sustancial en la productividad será agregada para mantener equilibrada con el incremento de la demanda (Ruttan: 2002).

Capalbo et al. (1990) explica que el estudio de la productividad puede realizarse en diferentes niveles, por ejemplo, empresas, sector, región o país. Varios estudios han estimado el crecimiento de la productividad entre los países usando datos agregados (Capalbo et al. 1990; Fulginiti and Perrín 1998; Coelli and Rao 2005). Estudios sobre el nivel de países son útiles en la formulación de políticas en el nivel micro.

El trabajo se ha organizado en una segunda sección que explica la metodología DEA y el índice de Malmquist aplicado, en la tercera sección se presenta como se organizaron los datos para el estudio y sus características, en la cuarta sección se presentan los resultados y discusión de los hallazgos del estudio y finalmente las conclusiones de la investigación.

2 Metodología

En este artículo científico (paper) la productividad total de los factores (PTF) es medido usando el método del índice de Malmquist descrito en Färe et al. (1994) y Coelli et al. (1998, Capítulo 10). Este enfoque usa el método de análisis de datos envolventes (DEA)

para construir un segmento lineal de producción para cada año en la muestra. De ahí, una breve descripción del método DEA es proporcionada previa a la descripción de los cálculos de la PTF de Malmquist. Como se ha llegado a establecer en la literatura, el crecimiento de la productividad puede ser descompuesto en cambio de la eficiencia técnica (CET) y cambio tecnológico (CT), a su vez, el CET se descompone en cambio de la eficiencia pura (ETP) y cambio de la eficiencia a escala (CETE) (Coelli et al. 2005).

Esta descomposición es importante porque el CET puede ser interpretado como una medida relativa a la administración de la habilidad (manejo agronómico, asistencia técnica y capacitación) dada la tecnología, mientras el CT indica el crecimiento en la productividad que surge de la adopción de nuevas prácticas de producción. El CETP y el CETE se relacionan a cambios en costos asociados con el crecimiento y el tamaño de la finca. Consecuentemente, la utilidad en el CET es derivada del mejoramiento de la habilidad en la gestión agronómica, la cual en rendimientos son relacionadas a un modelo de variables incluyendo experiencia y educación. En contraste, la fuerza conductora detrás del CT es la inversión en la investigación y la tecnología donde el CETE y el CETP son determinados por la habilidad de la finca para invertir y procurar nuevos recursos en orden para expandir su tamaño.

2.1 Análisis de Datos Envolventes (DEA)

DEA es una metodología de programación lineal, la cual usa datos de las cantidades input y output de un grupo de fincas productores(as)[1] que utilizan la tecnología que evaluamos para construir el segmento lineal de la superficie del conjunto de puntos de los datos. Esta superficie de Frontera es construida por la solución de problemas con una secuencia de programación lineal (uno para cada finca en la muestra estudiada). Los grados de ineficiencia técnica de cada finca (distancia entre los datos observados y la frontera) es producida como un producto de la frontera construida por el método.

DEA puede ser input-orientado u output-orientado. En el caso de input orientado, el método DEA define la frontera para buscar la máxima reducción proporcional posible con el uso de los inputs, manteniendo constante el nivel del output, para cada finca estudiada. Mientras que, en el caso de output-orientado, el método DEA busca el incremento proporcional máximo de la producción del output, manteniendo ajustados los niveles de inputs. Las dos medidas suministras el mismo puntaje de eficiencia técnica cuando se aplican rendimientos de escala constantes (REC), pero es diferente cuando se asume

[1] Los autores utilizan esta metodología para grupos de países para construir el segmento lineal de la superficie de los puntos del conjunto de datos.

rendimientos de escala crecientes o variables (REV). En este artículo la tecnología INTA Chinandega a rendimientos de escala variables (REV), las razones son resumidas en la discusión de la siguiente sección. De ahí que elegir la orientación no es el tema importante en este caso. Sin embargo, un output orientado ha sido seleccionado porque regularmente en la agricultura uno usualmente asume maximizar el output más que el rendimiento por manzana dado un conjunto de inputs.

Dado los datos para N fincas en una región (Pacífico Norte de Nicaragua) en un período particular, el problema de programación lineal que es resuelto para la *i*th finca con un modelo DEA y output orientado DEA es el siguiente:

$$max_{\phi,\lambda}\phi,$$

$$st \quad -\phi y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0, \tag{1}$$

Donde,

y_i es un M x 1 vector de cantidades para la *i*th finca;

x_i es un K x 1 vector de cantidades input para la *i*th finca;

Y es una N xM matriz de cantidades output para todas las N fincas;

X es una N x K matriz de cantidades para todas las N fincas;

λ es un N x 1 vector de pesos; y

ϕ es un escalar.

Observe que ϕ tomará el valor mayor o igual que 1, y que $\phi - 1$ es el incremento proporcional a los outputs que puede ser llevado a cabo por cada *i*th country, manteniendo constante las cantidades inputs. Note que también que $1/\phi$ define el puntaje de la eficiencia técnica (ET) que varía entre 0 y 1 (este es el puntaje del out-orientado reportado en los resultados).

La PL arriba es para resolver N periodos – una vez para cada finca en la muestra. Cada PL produce un vector ϕ y λ. El parámetro ϕ – suministra información del puntaje de la eficiencia técnica para *i*th finca. El par de la *i*th finca son las fincas eficientes que definen el segmento de la frontera contra la cual la *i*th finca (ineficiente) es proyectado.

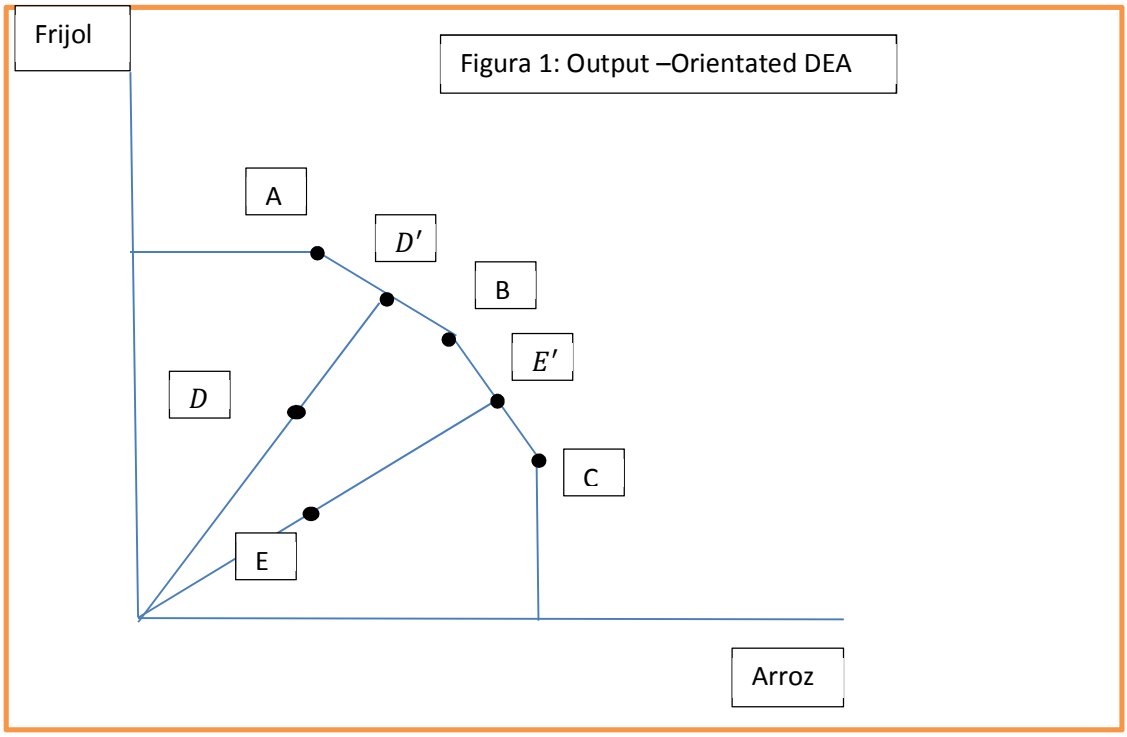
El problema DEA puede ser ilustrado usando un simple ejemplo. Consideremos el caso donde hay un grupo de cinco fincas produciendo dos outputs (ej., Frijol y arroz). Asuma por simplicidad que cada finca tiene vectores inputs idénticos. Estas cinco fincas son descritas en la Figura 1. Las fincas A, B y C son fincas eficientes porque tienen definidas la frontera. Las fincas D y E son fincas ineficientes. Para cada finca D el puntaje de la eficiencia técnica es igual a

$$TE_D = \frac{0D}{0D'}, \qquad (2)$$

Y sus fincas pares son A y B. En el DEA output se lista la finca que tendrían un puntaje de eficiencia técnica de aproximadamente 70 % y tendría no cero de λ-pesos asociados con las fincas A and B. Para la finca E el puntaje de la eficiencia técnica es igual a

$$TE_E = \frac{0E}{0E'}, \qquad (3)$$

Y sus fincas pares son B y C. En el DEA output se lista la finca que tendría un puntaje de eficiencia técnica de aproximadamente 50 % y tendría un no cero λ-peso asociado con las fincas B y C. Note que el DEA output se lista para las fincas A, B, y proveería el puntaje de eficiencia técnica igual a uno y cada fina estaría en su propio par. Para mayor discusión el método DEA ver Coelli et al. (1998, Capítulo 6).



2.2 El índice de Malmquist PTF

El índice de Malmquist es definido usando una función distancia. Una función distancia describe una tecnología de producción[2] multi-input, multi-output, sin necesidad de especificar el comportamiento objetivo (tal como minimización de costos o maximización de beneficios). Ambas funciones distancias pueden ser definidas. Una función distancia input caracteriza la tecnología de producción con buscar una contracción proporcional mínima para el vector input, dado un vector output. Una función distancia output considera la expansión proporcional máxima del vector output, dado un vector input. Solamente una función distancia output es considerada en detalle en este artículo científico. Sin embargo, la función distancia inputs puede ser definida usando una manera similar. Una tecnología de producción puede ser definida usando el conjunto de output, $P(x)$, el cual representa el conjunto de todos los vectores, y, el cual puede ser producido usando el vector input, x . Que es,

$$P(x) = \{y: x\ puede\ producir\ y\} \tag{4}$$

Se asume que la tecnología asume los axiomas listados en Coelli et al. (1998, Capítulo 3).

La function distancia Output es definida en el conjunto de datos output, $P(x)$, as:

$$d_0(x, y) = \min\{\delta: (\frac{y}{\delta}) \epsilon\ P(x)\} \tag{5}$$

La function distancia, $d_0(x, y)$, tomará un valor menor o igual que a 1 si el vector output, y , es un elemento del conjunto producción viable, $P(x)$. Además, la function distancia tomará un valor igual a la unidad si y es localizado en la frontera exterior del conjunto de producción factible, y tomará un valor mayor que uno si y es localizado dentro del conjunto de factible de producción. DEA como método son usados para calcular la medida de distancia en este estudio. Estas son discutidas brevemente. El índice de PTF de Malmquist mide el cambio entre dos puntos (por ejemplo esos de una finca particular en dos períodos adyacentes) por calcular la razón de la distancia de cada punto de datos relativo a una tecnología en común. Siguiendo Färe et al. (1994), El cambio del índice de PTF de Malmquist (output-orientado) entre el periodo *s* (la base periodo) y el periodo *t* es dado por

[2] En nuestro estudio consideramos la tecnología de producción (variedad de arroz INTA –Chinandega) promovida por el INTA Pacífico Norte.

$$m_0(y_s, x_s, y_t,) = [\frac{d_0^s(y_t,x_t)}{d_0^s(y_s,x_s)X}\ X\frac{d_0^t(y_t,x_t)}{d_0^t(y_s,x_s)}]^{1/2}, \qquad (6)$$

Donde la notación $d_0^s(y_t, x_t)$ representa la distancia del periodo t observación de la tecnología del periodo s. Un valor de m_0 mayor que 1 indicará un crecimiento positivo del índice PTF del periodo s al periodo t mientras un valor menor que uno indicara un deterioro en la PTF. Note que la ecuación (6) es, en realidad, el promedio geométrico de dos índices de PTF. El primero es evaluado con respecto a la tecnología del periodo s y el segundo con respecto a la tecnología del periodo t.

Una manera equivalente de escribir este índice de productividad es

$$m_0(y_s, x_s, y_t, y_t\ ) = [\frac{d_0^s(y_t, x_t)}{d_0^t(y_t, x_t)X}\ X\frac{d_0^s(y_s, x_s)}{d_0^t(y_s, x_s)}]^{1/2}, \qquad (7)$$

Donde la razón fuera de los corchetes cuadrados mide el cambio en el output-orientado medida de la eficiencia técnica de Farrel entre los periodos s y t. Que es, el cambio de la eficiencia equivalente a la razón de la eficiencia técnica en el periodo t a la eficiencia técnica en el periodo s. La parte remanente del índice en la ecuación (2) es una medida del cambio técnico. Es el promedio geométrico del cambio en la tecnología entre los dos periodos, evaluado en x_t y también en x_s.

Siguiendo a Färe et al. (1994), y dado el apropiado panel de datos disponibles, la medida de distancia del índice de PTF de Malmquist requiere ser calculado usando DEA como programas de programación lineal. Para la finca *i*th, cuatro funciones distancias son calculadas en orden para medir el cambio de la PTF entre los periodos, s y t. Esto demanda resolver cuatro problemas de programación lineal. Färe et al. (1994) asume rendimientos de escala constantes (REC) en sus análisis. Los PLs son:

$$[d_0^t(y_t, x_t)^{-1} = max_{\phi}, \lambda, \phi,$$

$$st \quad -\phi y_{it} + Y_t\lambda \geq 0,$$

$$x_{it} - X_t\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0, \qquad (8)$$

$$[d_0^t(y_s, x_s)^{-1} = max_{\phi}, \lambda, \phi,$$

$st \quad -\phi y_{is} + Y_t\lambda \geq 0,$

$x_{is} \; - X_t\lambda \geq 0,$

$\lambda \geq 0,$ (10)

$[d_0^s(y_t, x_t)^{-1} = max_{\phi}, \lambda, \phi,$

$st \quad -\phi y_{it} + Y_s\lambda \geq 0,$

$x_{it} \; - X_s\lambda \geq 0,$

$\lambda \geq 0,$ (11)

Note que en PLs (10) y (11), donde los puntos de producción son comparados a tecnologías de diferentes periodos de tiempo a 1, como deber ser cuando se calcula la eficiencia técnica del output orientado estándar. El punto del dato pudo ubicarse arriba de la frontera de producción. Esto comúnmente ocurriría en la PL (11) donde el punto de producción del periodo t es comparado a la tecnología más cercana en el periodo. (s). Si el progreso técnico ha ocurrido, entonces un valor de $\phi < 1$ es posible. Note que también posiblemente pudo ocurrir en PL (10) si la regresión técnica ha ocurrido, pero esto es menos probable.

Un tema que debe hacerse hincapié es con las propiedades de los rendimientos a escala de la tecnología, pues son muy importantes en la medida de la PTF. Una tecnología a REV es usada en este estudio por dos razones. Primero, dado que el análisis involucra el uso de datos agregados del nivel de cada finca, no parece ser sensible a considerar tecnología REC. Que es, ¿Cómo es posible para un sector llevar a cabo economías constantes? Por ejemplo, el índice del cultivo de arroz para la región de occidente es similar, pero el promedio del tamaño de las fincas son similares. De ahí, que puede ser sensiblemente concluido si tecnología a REC es estimado y es reportado que estas fincas decrecen a rendimientos a escala constantes. El uso de tecnología a rendimientos de escala variables cuando la sumatoria de los datos son expresado como promedio por finca pudo ser discutido, pero distribuido con datos agregados (como es el cado en este estudio), el uso de tecnología a REC es solamente una opción sensible.

Además, en el comentario de arriba con relación al uso de datos agregados, un segundo argumento para el uso de una tecnología a REC es aplicable a fincas con niveles de datos agregados. Grifell-Tatjé y Lovell (1995) usa un simple ejemplo con un-input, un-output para ilustrar que el índice de PTF de Malmquist puede no correctamente medir el cambio de la PTF cuando REV es asumido para la tecnología. De ahí, es importante que tecnología a REC puede ser

usando DEA de PTF del índice de Malmquist. De otra manera, los resultados pueden medir no apropiadamente las ganancias o pérdidas resultado efectos a escala.

3 Datos

El presente estudio está basado en la descripción de datos disponibles en la Oficina de Desarrollo Institucional de la delegación del INTA Pacífico Norte. Lo siguiente son algunas características de la serie de datos usada.

3.1 Cobertura de las Fincas

El estudio incluye 40 fincas. Estas son las 40 fincas que han desarrollado la tecnología INTA Chinandega de manera constante y representan el 34 % de los productores de la zona de occidente que han estado experimentando con tecnologías de producción de arroz. Los productores que participaron son de los municipios de Chichigalpa, El Viejo, y Chinandega (ver tabla 1, anexos).

3.2 Periodo de tiempo

El periodo de estudio comprende los ciclos productivos 2003 al 2009. En estos 7 ciclos productivos los datos se organizaron en paneles de datos de tal manera, seleccionamos 40 productores que de manera constantes han estado sembrando la variedad de semilla propuesta por el INTA para implementar la transferencia de tecnológica, ello permite organizar los datos en paneles.

3.3 Output Serie

La serie de output representa a los ingresos (las cantidades de arroz medidas en quintales por su precio), obtenidas por cada finca durante cada periodo de estudio.

3.4 Input Serie

Dado las restricciones en el número de variables input que deben ser consideradas en el análisis DEA, y a las limitantes en el manejo de la base de datos disponible por la Oficina de Desarrollo Institucional del INTA Pacífico Nortes, este estudio considera solamente dos inputs.

Área: esta variable se refiere al área sembrada de cada finca, durante el periodo de estudio.

Costos: esta variable está referida a los costos totales por manzana generados en cada periodo de estudio por cada finca estudiada. Los costos totales son expresados en moneda local del periodo de estudio. Los costos totales son por manejo del cultivo arroz y considera el costo por utilización de mano de obra por limpia, siembra, fumigación, fertilización, cosecha, alquiler de implementos agrícolas, así como insumos utilizados para controlar al chupador, para la hoja ancha, para la pyricularia, para la mancha, para las gramíneas, asistencia técnica, capacitaciones, semillas, y materiales.

4 Resultados

Los resultados del análisis DEA y los cálculos de los índices de PTF son presentados en esta sección. Dado que hay 7 ciclos de producción estudiadas en la región del occidente de Nicaragua, hay un conjunto de cálculos de programación lineal a describir. Los cálculos[3] involucran la solución de 40 (6 X 3 - 2) = 760 problemas de PL.

En la tabla[4] 2 de los anexos se presenta el promedio de eficiencia técnica a rendimientos de escala contante y variable para el total de las fincas estudiadas durante los ciclos productivos 2003, 2006 y 2009. Note que en promedio el registro de la eficiencia técnica a rendimientos de escala constante (REC) fue de 0.55 y a rendimientos de escala variable (REV) 0.66 en el año 2003, implica que estos productores en promedio estaban produciendo indeficientemente a -45.4 % manteniendo el área de siembra y el rendimiento por manzana constante y -34 % en condiciones de variación en el área de siembra y el rendimiento por manzana. Esta situación mejora en el año 2006 con un -40.8 % y -30.3 % respectivamente, manteniéndose para el año 2009 cercanos al periodo anterior.

También se puede notar que el producto de los REC entre los REV nos indica crecimiento o decrecimiento en los rendimientos a escala, en tal sentido la finca 35 en el año 2006 experimento crecimiento a rendimientos de escala, sin embargo la finca en mención siempre mantuvo un área de dos manazas implicando, por otro lado, observamos un grupo de fincas que se mantuvieron indiferentes al variar el tamaño del área de siembra y el grupo restante presentan decrecimientos en el nivel de frontera produciendo por debajo del 100 % de su eficiencia técnica.

Los pares utilizando el análisis de datos envolventes durante los ciclos productivos 2003, 2006 y 2009 son presentados en la tabla 3 de los anexos. En esta tabla 3 se pude identificar a las fincas que definen la frontera tecnológica con la variedad de arroz INTA Chinandega para los años 2003, 2006 y 2009. Las últimas columnas muestran el número de veces en que las fincas eficientes en la frontera tecnológica aparecen como par de las fincas técnicamente ineficientes. Se puede notar que la finca 03 se ubica en la frontera para servir de referencia para 19 fincas, la finca 25 sirve de referencia para 28 fincas, la finca 22 sirve de par a 28 fincas, la finca 29 sirve de par a 8 fincas, y la finca 38 sirve 7 veces de para durante el año 2003. En el año 2006 la finca 03 continua como para esta, aunque reduciendo a 10 fincas, la finca 05 aparece como referente a 20 fincas, la finca 22 sirve de par a 3 fincas, la finca 25 fue par de 21 finca, la finca 28 fue par de 16 fincas, la finca 29 fue par de 3 fincas. Durante el año 2009 la finca 29 se mantuvo como par en los tres periodos, apareciendo como nuevos par la finca 15, 26, y 28.

[3] Los cálculos es Nx(3T-2) PL, donde N es el número de casos o fincas estudiadas (40), T es el periodo, igual a 6.

[4] Nota en las tablas de los resultados los valores superiores a 1 indican mejora, e inferiores a 1 deterioro. Par obtener tasas de crecimiento (%), restar 1 a los valores y multiplicar por 100.

La tabla 4 de los anexos muestra el promedio de los cambios en la eficiencia técnica, la tecnología de la variedad de semilla de arroz INTA Chinandega, la eficiencia pura, la eficiencia a escala y la productividad total de los factores, durante los ciclos productivos 2003 hasta el 2009. Las fincas son mostradas en la tabla en orden descendente de las mayores a menores magnitudes de los cambios del índice de la PTF. La finca 24 presentó el índice más alto con un ritmo de crecimiento en la PTF de un 13 %, explicado por un 13 % en el crecimiento promedio de la eficiencia técnica, complementado por un decrecimiento de -0.5 % en la capacidad tecnológica. Las estimaciones de la eficiencia técnica se descompone en el cambio de la eficiencia pura referida al manejo de la variedad INTA Chinandega con un buen ritmo de crecimiento del 13 %, sin embargo el tamaño del área sembrada registró el 0.07 % de la capacidad o eficiencia de escala. Esta misma consideración se analiza para las fincas 26, 31, 15, 9, 12, 14, 23, 37, 35, 39, 27, 36, 1, 28, 8, 32, y 34. Las fincas 6, 7, 18, 19, 20 21, y 30 se mantuvieron en la frontera explicado por el 1 % del cambio tecnológico y complementada por un decrecimiento de -0.5 % del cambio de su eficiencia técnica, a su vez la eficiencia técnica fue explicada por las mantener constantes el tamaño del área sembrada, a excepción de la finca 30 que mantuvo contante el tamaño de la finca, pero con mayor ritmo de crecimiento en la eficiencia técnica pura. En promedio el conjunto de las 40 fincas se mantuvo en la frontera tecnológica con un valor de 1 como índice de PTF, explicado en un 0.08 % en su eficiencia técnica, y de igual puntaje casi mejorado para la tecnología aplicada (INTA Chinandega) con un 99 % de su capacidad, el puntaje de la eficiencia técnica es explicado por el -0.5 % de la capacidad en la eficiencia pura, es decir por el manejo de la asistencia técnica, y no por el tamaño del área sembrada que tuvo un ritmo de crecimiento del 1 % en su capacidad a escala.

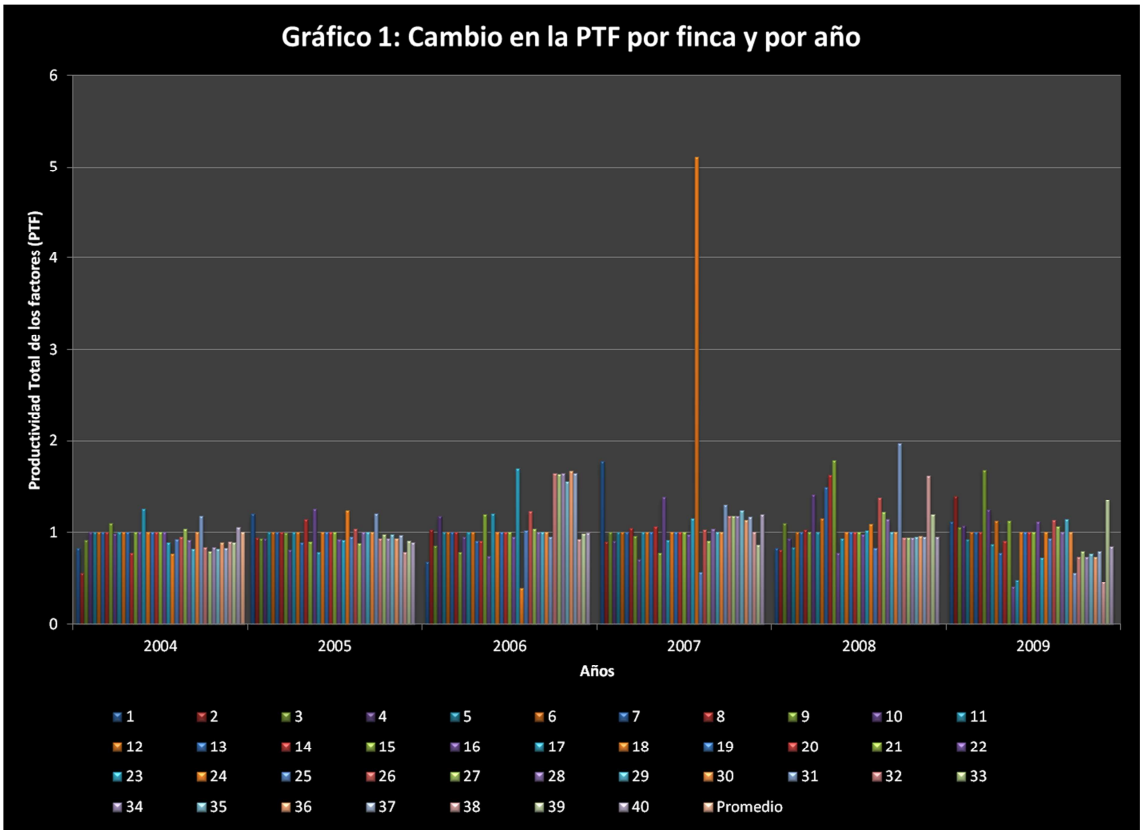
En la tabla 5 se muestra el promedio anual del cambio en la eficiencia técnica, el cambio tecnológico, el cambio de la eficiencia pura, el cambio de la eficiencia a escala y el cambio de la productividad total de los factores.

Tabla 5: Promedio anual del cambio en la eficiencia técnica, tecnología, eficienica pura, eficiencia a escala y productividad total de los factores durante los cilcos 2003-2009

Año	Cambio de la eficiencia técnica	Cambio tecnológico	Cambio de la eficiencia pura	Cambio de la eficienica a escala	Cambio de la productividad total de los factores
2004	1.04	0.901	1.012	1.027	0.937
2005	0.999	0.978	0.972	1.027	0.976
2006	1.039	1.009	1.071	0.97	1.048
2007	1.171	0.909	1.132	1.034	1.065
2008	0.805	1.329	0.873	0.922	1.07
2009	1.029	0.891	0.94	1.095	0.917
Prom	1.008	0.992	0.996	1.011	1

Nota: Todos los promedio de los Indices de Malmquist son promedios geométricos

Se nota mejoría en la PTF a partir del año 2006 con un 5 % en el ritmo promedio anual de crecimiento en la PTF, manteniéndose hasta el 2008, decayendo en el 2009. En el 2006 el índice de la PTF se explica por un 4 % en el ritmo de crecimiento promedio anual de la eficiencia de la mano de obra, y complementada por el cambio tecnológico que alcanzo el 0.09 %. La eficiencia técnica es explicada fundamentalmente por un 7 % de la eficiencia pura que implica la asistencia técnica y las capacitaciones del INTA en materia de transferencia tecnológica con la variedad de semilla de arroz INTA Chinandega, complementada con un -3 % % de la capacidad del tamaño óptimo del área. En el 2007 el índice de la PTF se explica por una mejoría en la eficiencia técnica que alcanzo el 17 %, complementado con decrecimiento de -9.1 % de la capacidad tecnológica. Las estimaciones de la eficiencia técnica son explicadas por el 13 de su eficiencia técnica pura, y un 3 % de su eficiencia a escala. a capacidad. Finalmente, en el año 2008 mantuvo el ritmo de crecimiento interanual de la productividad de las fincas estudiadas con un 1 % de PTF. Este índice es explicado por un deterioro de -19.5 % de la capacidad de su eficiencia técnica, complementado con un 32 % del cambio tecnológico, significa que este año se incidió destacadamente en el manejo de la variedad INTA Chinandega. La eficiencia técnica estuvo marcada por el -7.8 % del ritmo de crecimiento interanual del área sembrada alcanzando rendimientos de escala en la economía de las fincas estudiadas, es decir que este año no fue determinante la asistencia técnica y la capacitación o el manejo agronómico para alcanzar la eficiencia técnica que registro un deterioro de -12.7 % de su capacidad.



En el gráfico 1 se presenta el cambio de la productividad total de los factores por finca durante el periodo de estudio. Nos llama la atención la finca 24 que en el año 2007 registra un índice de 5.15 PTF y que a partir de ese año duplico el área de siembra. En ese mismo año la finca 1 mantiene un ritmo de crecimiento más allá de la frontera tecnológica y aunque no duplica su área de siembra aumenta el tamaño en los años 2004, 2007 y 2009. En cada año las fincas que presentan un índice PTF mayor que 1 determinan la frontera tecnológica, y las fincas con índice de PTF menor que 1 implica deterioro en sus economías por no lograr la competitividad de la frontera tecnológica (INTA CHINANDEGA).

En la tabla 6 se presenta el máximo y mínimos de los cambios en el ritmo de crecimiento de la productividad total de los factores y su descomposición en eficiencia técnica y cambio tecnológico, según municipio durante el periodo 2003-2009.

El municipio donde la tecnología INTA Chinandega impacto positivamente y de manera representativa, con respecto a sus máximos y mínimos, fue en el municipio de El Viejo con un 13% en el ritmo de crecimiento de la PTF, y de igual manera se identifica que esta productividad se debió fundamentalmente a la eficiencia técnica de los trabajadores y los técnicos más que la variedad de arroz como tal.

Tabla 6: Máximos y Mínimos en el cambio del ritmo de crecimiento de la PTF, y su descomposición en eficiencia técnica y cambio tecnológico, según municipio de la región de occidente, durante el periodo 2003-2009.

Municipios	Cambio en la productividad total de los factores		Cambio Eficiencia Técnica		Cambio Tecnológico	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
El Viejo	1.128	0.857	1.134	0.877	0.995	0.977
Chichigalpa	1.12	0.886	1.134	0.893	0.097	0.992
Chinandega	1.091	0.861	1.106	0.971	0.986	0.988

Nota: Valores superiores a 1 indican mejora, e inferiores a 1 deterioro. Para obtener tasas de crecimiento (%), restar 1 a los valores y multiplicar por 100

En segundo lugar, observamos que Chichigalpa presento un ritmo de crecimiento interanual en los ciclos productivos de un 12 % en la PTF y que sus causas son similares a las de El Viejo es decir, por la eficiencia técnica de los trabajadores en el manejo de la variedad más que por la variedad en sí.

Finalmente, Chinandega presenta el ritmo de crecimiento más bajo con un 9 % interanual por ciclo productivo. De igual manera, este ritmo de crecimiento se debió al manejo técnico de los productores.

5 Conclusiones y discusión.

El objetivo del presente estudio estuvo enmarcado en estudiar el impacto de la tecnología INTA CHINANDEGA que impulsa del GRUN a través del INTA, en la productividad de las fincas productoras de arroz en la zona de occidente. Los resultados se centraron en medir el ritmo de crecimiento de la productividad de las fincas estudiadas como para fortalecer la política de seguridad alimentaria para asegurar la producción, la distribución y el consumo de la variedad de arroz INTA CHINANDEGA.

Las fincas estudiadas mantuvieron un ritmo de crecimiento de 1 % en la PTF a partir del año 2006 manteniéndolo hasta el 2008. Se puede suponer que los primeros años del estudio 2003-2005 fueron de adaptabilidad para el conjunto de fincas, sin embargo encontramos fincas que individualmente el ritmo de crecimiento fue más alto. El 48 % de las fincas estudiadas se mantuvieron en un rango promedio de productividad entre 13 y 1 porciento, esta productividad es explicada por la asimilación de los productores en cuanto a educación tecnológica. Un 20% de las fincas estudiadas se mantuvieron en la frontera tecnológica, fue explicado por los cambios en la tecnología y la eficiencia técnica a escala, es decir fueron favorecidos por el área sembrada y las bondades de la semilla INTA CHINANDEGA que por la asimilación de la asistencia técnica y la educación y un 32 % estuvieron cercanas a la frontera tecnológica alcanzando entre el 99 y 86 por ciento de la capacidad de la tecnología (INTA CHINANDEGA), fue explicado por la no asimilación de la asistencia técnica, ni la utilización del área adecuada. Con estos resultados, podemos asegurar que estas fincas objeto de estudio han adoptado la tecnología y han contribuido a reducir la brecha entre la importaciones y la producción nacional con una producción promedio anual de 31,790 quintales de arroz y una producción total en los 7 años de 222,534 quintales.

No obstante, es importante hacer la observación en materia de insumo a los hacedores de política sectorial sobre considerar el 1 % del ritmo de crecimiento de la eficiencia técnica a escala (tamaño óptimo del área a sembrar), conjugado con un 0.08 % de eficiencia técnica, que significa una asistencia técnica y educación en esta dirección para mejorar el ritmo de crecimiento de la productividad por finca.

La discusión se hace en base al cuadro 7 debido a que en Nicaragua, es el primer estudio que aplica esta metodología, sin embargo podemos observar que los estudios de colegas en el cuadro citado han tomado como referencia el país y es lo más cercano que podemos relacionar los resultados del presente estudio regional con el de país.

En tal sentido, los resultados del estudio en promedio geométrico son similares a los resultados de estudios anteriores aplicados a Nicaragua. Los colegas en los distintos periodos de estudio reportan una PTF de un 1.8 % en promedio inter anual, en nuestro estudio el promedio es de un cuatro por ciento.

Finalmente, la discusión es valorar si el ritmo de crecimiento de la PTF es mayor que el ritmo de crecimiento de la población. En tal sentido, los resultados indican que el ritmo de crecimiento interanual de la PTF fue de 1 % en promedio, sin embargo encontramos fincas en El Viejo que alcanzaron un máximo de 13 % por encima del 1.3 % del ritmo de crecimiento de la población nicaragüense. Por consiguiente, el impacto de la tecnología INTA CHINANDEGA es positiva en la seguridad alimentaria de la zona de occidente. Los resultados validan que la variedad INTA CHINANDEGA contribuye a la productividad de las unidades económicas que adoptaron la tecnología y a la función vital del sector primario de garantizar la seguridad alimentaria.

Recomendamos identificar las fincas que alcanzaron el ritmo de crecimiento del 13 % que representan el 48 % de las fincas estudiadas, pues serían el referente de adopción de la tecnología.

Tabla 7: Resultados de estudios Previos que aplicaron el Índice de PTF de Malmquist						
Autores	**Coelli and Prasada**	**Leudena Carlos**	Nin et al.	**Avila and Evenson**	**Trueblood and Coggins**	**Arnade**
Fecha estudio **# Países** **Periodo** **Método**	**(2005)** **93** **1980-2000** **DEA**	**2010** **120** **1961-2007** **DEA**	**2003** **115** **1965-94** **DEA**	**2004** **82** **1961-2001** **OLS**	**2003** **115** **1961-91**	**1998** **70** **1961-93** **DEA**
Nicaragua	**1.018**	**1.014**		**1.016**	**0.964**	**0.998**
Fuente: Leudena (2003)						

Reconocimientos:

Un especial reconocimiento a la Licenciada Kenia Isabel Páiz García por su colaboración en la recolección y organización de la base de datos utilizada en el estudio y al Ingeniero Homero Gallo, director del INTA PN.

Referencias Bibliográficas

Avila, A. F. D., and R.E Evenson (1995), Total factor Productivity Growth in Brazilian Agriculture and the Role of Agricultural Research. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Volume 1:631-657.Coelli T.J., D.S.P. Rao (2005). Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries. 1980-2000. Agric. Econ. 32-115-134 doi 10.1111/jo169-5150 2004 00018s.

Arnade, C. (1998), Using a programming Approach to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity, Journal of Agricultural Economics, 49,67-84.

Capalbo SM, Ball VE, Denny MGS (1990). International comparisons of agricultural productivity: development and usefulness. Am J Agric Econ 72:1292.1297. doi: 10.2307/1242550

Coelli, T.J., and D.S.P. Rao and G.E. Battese (1998). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis (Kluwer Academic Publishers: Boston, 1998).

Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris and Z. Zhang (1994); Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Changes in industrialized Countries, American Economic Review, 84, 66-83.

Färe, R., S. Grosskopf, and C.A.K. Lovell (1994): Production Frontiers, Cambridge University Press.

Fulginiti LE, Perrin RK. (1998). Agricultural productivity in developing countries. Agri Econ 19:45-51. doi. 10.1016/S0169-5150(98)00045-0

Grifell-Tatjé, E., and C. A. K Lovell (1995). A Note on the Malmquist Productivity Index. Economic Letters 47 1995, 169-175.

Hayami Y (1969). Sources of agricultural productivity gap among selected countries. Am J Agric Econ 51:564-575. doi: 10.2307/1237909

Leudena, Carlos E. (2010), Agricultural Productivity Growth, Efficiency Change and Technical Progress in Latin America and Caribbean. IDB Working paper serie No. IDB-WP-186. http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35838847

Nin, A., Arndt, C. and Preckel, P.V. (2003), Is agricultural productivity in developing countries really shrinking? New evidence using a modified nonparametric approach, Journal of Development Economics, 71, 395-415.

Pinstrup-Andersen P (2002). Food and agricultural policy for a globalizing world: preparing for the future. Am J Agric Econ 84: 1201-1224. Doi: 10.1111/1467.8276.00381

Rivas A., Christian (2008). El arroz en Nicaragua. http://www.monografias.com/trabajos-pdf/arroz-nicaragua/arroz-nicaragua.shtml

Ruttan VW (2002). Productivity growth in world agriculture: sources and constraints. J Econ Perspect 16:161-184. doi: 10.1257/089533002320951028

Trueblood, M.A. and Coggins, J. (2003), Intercountry Agricultural Efficiency and Productivity: A Malmquist Index Approach,, mimeo, World Bank, Washington D.C

Anexos

Tabla 1: Productores incluidos en el Estudio por municipios

Código	Finca No	Nombres y apellidos	Municipio
3	1	Ricardo Ruiz Martínez	Chinandega
5	2	Simón Noel Guerra	Chinandega
14	3	Juan Pablo Guido	Chinandega
22	4	José Tomas Ferrufino Martínez	Chinandega
27	5	Isaías Ordoñez Altamires	Chinandega
28	6	María Cristina Meza	Chinandega
29	7	Ramón Guadalupe Castellón Aguilar	Chinandega
30	8	César Domingo Castillo García	Chinandega
31	9	Esteban Jacinto Ordoñez	Chinandega
33	10	Lidia Catín Rivera	Chinandega
34	11	Luis Antonio Ordoñez Altamires	Chinandega
35	12	Esteban Flores Cáceres	Chinandega
36	13	José Francisco Chavarría	Chinandega
38	14	José Gregorio Landero Solís	Chinandega
41	15	José Tomás Ordoñez Quiroz	Chinandega
50	16	Thelma del Socorro Hernández	Chinandega
53	17	Luis Alvarado	Chinandega
57	18	Wilfredo Antonio Yuritza Chávez	Chichigalpa
58	19	Miguel Ángel Paredes Munguía	Chichigalpa
59	20	Faustino Héctor Sarria Mayorga	Chichigalpa
60	21	Justo Germán Ruiz	Chichigalpa
62	22	Antonio Ruiz	Chichigalpa
71	23	Carlos Palma	El Viejo
82	24	Félix Ramón Sarria Poveda	El Viejo
83	25	Luis Felipe Carrillo Aguilar	El Viejo
86	26	Gerald Ruiz	Chichigalpa
88	27	Wilfredo Vanegas	Chichigalpa
91	28	Juan Sarria	Chichigalpa
92	29	Elías Castillo	Chichigalpa
94	30	Cliford Elías Castillo Rivas	Chichigalpa
96	31	Marcelino Malta	El Viejo
97	32	Reynaldo Meza Picado	El Viejo
98	33	Geraldo Carrillo	El Viejo
101	34	Luis Felipe Carrillo	El Viejo
102	35	Miguel Ángel Paz	El Viejo
107	36	Ariel Alberto Medina Henrique	El Viejo
110	37	Julio Treminio	El Viejo
112	38	Aura Vega González	Chichigalpa
114	39	Félix Justo Romero Córdoba	Chichigalpa
115	40	José Isidro García Ruiz	Chinandega

Fuente: Oficina de Desarrollo Institucional, ODI. INTA Pacífico Norte.

Tabla 2: Eficiencia Técnica a REC y REV en los ciclos 2003, 2006 y 2009														
Ciclo productivo 2003					Ciclo productivo 2006					Ciclo productivo 2009				
Finca	ETREC	ETREV	ESCALA		Finca	ETREC	ETREV	ESCALA		Finca	ETREC	ETREV	ESCALA	
1	0.605	0.655	0.923	drs	1	0.492	0.554	0.887	drs	1	0.688	0.762	0.903	drs
2	0.519	0.562	0.923	drs	2	0.339	0.363	0.936	drs	2	0.301	0.324	0.928	drs
3	0.797	1	0.797	drs	3	0.714	1	0.714	drs	3	0.774	0.978	0.792	drs
4	0.588	0.605	0.972	drs	4	0.787	0.917	0.858	drs	4	0.609	0.74	0.823	drs
5	0.661	0.892	0.741	drs	5	0.804	1	0.804	drs	5	0.518	0.692	0.748	drs
6	0.732	0.942	0.777	drs	6	0.743	0.895	0.831	drs	6	0.714	0.795	0.898	drs
7	0.495	0.557	0.888	drs	7	0.503	0.514	0.978	drs	7	0.482	0.503	0.959	drs
8	0.574	0.574	1	-	8	0.682	0.715	0.953	drs	8	0.665	0.754	0.882	drs
9	0.474	0.479	0.991	drs	9	0.509	0.555	0.918	drs	9	0.756	0.831	0.91	drs
10	0.547	0.569	0.961	drs	10	0.519	0.529	0.981	drs	10	0.6	0.613	0.978	drs
11	0.392	0.443	0.884	drs	11	0.475	0.536	0.887	drs	11	0.355	0.413	0.86	drs
12	0.492	0.672	0.732	drs	12	0.571	0.729	0.784	drs	12	0.666	0.77	0.864	drs
13	0.492	0.634	0.777	drs	13	0.39	0.51	0.765	drs	13	0.455	0.512	0.889	drs
14	0.516	0.587	0.879	drs	14	0.51	0.57	0.894	drs	14	0.72	0.842	0.855	drs
15	0.492	0.672	0.732	drs	15	0.554	0.783	0.707	drs	15	0.903	1	0.903	drs
16	0.714	0.833	0.857	drs	16	0.833	0.947	0.88	drs	16	0.312	0.352	0.887	drs
17	0.519	0.562	0.923	drs	17	0.745	0.821	0.907	drs	17	0.264	0.288	0.918	drs
18	0.569	0.976	0.583	drs	18	0.661	0.995	0.664	drs	18	0.555	0.762	0.729	drs
19	0.538	0.719	0.749	drs	19	0.625	0.762	0.82	drs	19	0.525	0.671	0.782	drs
20	0.492	0.793	0.62	drs	20	0.48	0.769	0.624	drs	20	0.48	0.557	0.861	drs
21	0.646	0.863	0.749	drs	21	0.606	0.82	0.739	drs	21	0.63	0.703	0.896	drs
22	0.586	1	0.586	drs	22	0.625	1	0.625	drs	22	0.615	0.729	0.843	drs
23	0.349	0.392	0.888	drs	23	0.471	0.471	1	-	23	0.416	0.432	0.964	drs
24	0.353	0.397	0.888	drs	24	0.127	0.167	0.761	drs	24	0.75	0.811	0.925	drs
25	1	1	1	-	25	1	1	1	-	25	0.456	0.485	0.94	drs
26	0.391	0.889	0.44	drs	26	0.583	1	0.583	drs	26	0.832	1	0.832	drs
27	0.367	0.535	0.687	drs	27	0.422	0.616	0.684	drs	27	0.42	0.531	0.792	drs
28	0.893	0.901	0.991	drs	28	1	1	1	-	28	1	1	1	-
29	1	1	1	-	29	1	1	1	-	29	1	1	1	-
30	0.604	0.686	0.879	drs	30	0.734	0.827	0.888	drs	30	0.63	0.734	0.858	drs
31	0.313	0.315	0.991	drs	31	0.522	0.56	0.932	drs	31	0.76	0.813	0.935	drs
32	0.366	0.44	0.833	drs	32	0.458	0.511	0.896	drs	32	0.39	0.405	0.964	drs
33	0.359	0.404	0.888	drs	33	0.458	0.458	1	-	33	0.424	0.448	0.946	drs
34	0.366	0.412	0.888	drs	34	0.458	0.458	1	-	34	0.39	0.412	0.946	drs
35	0.349	0.349	1	-	35	0.438	0.465	0.94	irs	35	0.416	0.416	1	-
36	0.338	0.381	0.888	drs	36	0.464	0.464	1	-	36	0.39	0.412	0.946	drs
37	0.346	0.346	1	-	37	0.476	0.476	1	-	37	0.442	0.458	0.964	drs
38	0.76	1	0.76	drs	38	0.6	0.65	0.922	drs	38	0.385	0.426	0.903	drs
39	0.608	0.644	0.944	drs	39	0.586	0.661	0.888	drs	39	0.671	0.734	0.914	drs
40	0.627	0.733	0.855	drs	40	0.714	0.805	0.888	drs	40	0.598	0.699	0.855	drs
Prom	0.546	0.66	0.847		Prom	0.592	0.697	0.863		Prom	0.574	0.645	0.895	

ETREC=eficiencia técnica de REC DEA
ETREV=eficiencia técnica de REV DEA
ESCALA= eficiencia de escala=ETREC/ETREV
REC=rendimientos de escala constante
REV=rendimientos de escala variable
DEA= Análisis de datos envolventes
DRS= Decrecimiento a escala
IRS=Crecimiento a escala

Tabla 3: Pares de DEA 2003, 2006 y 2009												
	Pares cada ciclos productivo:									Conteo*		
Finca	2003			2006			2009			2003	2006	2009
1	25	29		5	28		26	15	28	0	0	0
2	25	29		5	28		28	26	15	0	0	0
3	3			3			26	28		19	10	0
4	25	38		5	28		26	28		0	0	0
5	3	22		5			28	26		0	20	0
6	25	3		25	5	3	28	26	15	0	0	0
7	3	25		5	28	25	28	26	15	0	0	0
8	25			5	25	28	26	15	28	0	0	0
9	29	25		5	25	28	26	15	28	0	0	0
10	25	38		5	25	28	15	28		0	0	0
11	38	25		28	5		28	26		0	0	0
12	3			5	3	25	26	15	28	0	0	0
13	25	3		3	25	5	26	15	28	0	0	0
14	3	38	25	5	25	28	26	28		0	0	0
15	3			3	25		15			0	0	21
16	25	29		28	29		29	28		0	0	0
17	25	29		28	29		29	28		0	0	0
18	3	22		3	5	22	28	26		0	0	0
19	3	25		3	5	25	28	26		0	0	0
20	3	22		22	3		28	26	15	0	0	0
21	3	25		25	3		28	26	15	0	0	0
22	22			22			15	26		5	3	0
23	3	25		25			15	28		0	0	0
24	3	25		25	3		28	26	15	0	0	0
25	25			25			15	28		28	21	0
26	22			26			26			0	0	24
27	3	38	22	22	5		28	26		0	0	0
28	29	25		28			28			0	16	35
29	29			29			29			8	3	2
30	3	38	25	5	28		28	26		0	0	0
31	25	29		28	5	25	28	15		0	0	0
32	3	25		3	25		15	28		0	0	0
33	3	25		25			15	28		0	0	0
34	3	25		25			15	28		0	0	0
35	25			25	29		28			0	0	0
36	3	25		25			15	28		0	0	0
37	25			25			15	28		0	0	0
38	38			5	25	28	28	26		7	0	0
39	25	29		5	28		28	26		0	0	0
40	38	25		5	28		26	28		0	0	0
* El conteo es el conteo del par que significa el número de veces que												

Tabla 4: Promedio de los cambios de la eficiencia técnica, tecnológico, eficiencia pura, eficiencia a escala, productividad total de los factores, durante los ciclos productivos 2003-2009

Finca	Cambio Eficiencia Técnica	Cambio Tecnológico	Cambio en la eficiencia pura	Cambio en la eficiencia a escala	Cambio en la productividad total de los factores
24	1.134	0.995	1.126	1.007	1.128
26	1.134	0.987	1.02	1.112	1.12
31	1.16	0.963	1.171	0.99	1.117
15	1.106	0.986	1.068	1.036	1.091
9	1.081	0.978	1.096	0.986	1.057
12	1.052	0.992	1.023	1.028	1.044
14	1.057	0.985	1.062	0.995	1.041
23	1.03	0.998	1.016	1.014	1.028
37	1.042	0.985	1.048	0.994	1.026
35	1.03	0.993	1.03	1	1.022
33	1.028	0.993	1.017	1.011	1.021
39	1.017	1.004	1.022	0.995	1.021
27	1.023	0.997	0.999	1.024	1.02
36	1.024	0.995	1.013	1.011	1.019
1	1.022	0.996	1.025	0.996	1.017
28	1.019	0.996	1.018	1.001	1.015
8	1.025	0.99	1.046	0.979	1.014
32	1.011	0.998	0.986	1.025	1.009
34	1.011	0.998	1	1.011	1.009
4	1.006	0.994	1.034	0.973	1
6	0.996	1.004	0.972	1.024	1
7	0.996	1.004	0.983	1.013	1
18	0.996	1.004	0.96	1.038	1
19	0.996	1.004	0.989	1.007	1
20	0.996	1.004	0.943	1.056	1
21	0.996	1.004	0.966	1.03	1
30	1.007	0.993	1.011	0.996	1
10	1.016	0.978	1.012	1.003	0.993
13	0.987	1.004	0.965	1.023	0.991
22	1.008	0.981	0.949	1.062	0.989
29	1	0.989	1	1	0.989
40	0.992	0.991	0.992	1	0.983
11	0.984	0.994	0.988	0.995	0.978
3	0.995	0.978	0.996	0.999	0.973
5	0.96	0.998	0.959	1.002	0.958
2	0.913	0.994	0.912	1.001	0.908
17	0.894	0.995	0.894	0.999	0.889
38	0.893	0.992	0.868	1.029	0.886
16	0.871	0.988	0.866	1.006	0.861
25	0.877	0.977	0.886	0.99	0.857
Prom	1.008	0.992	0.996	1.011	1

Nombre de la tecnología: INTA CHINANDEGA, VARIEDAD DE ARROZ (***Oryza sativa L.***) MEJORADA PRECOZ PARA CONDICIONES DE SECANO FAVORECIDO Y RIEGO		Código: GB-012
Nombre común: SEN -10	**Nombre científico:** *ORYZA SATIVA L.*	
Palabra clave 1: Arroz	**Palabra clave 2:** Precoz	Palabra clave 3: Secano y riego

I. Descripción de la tecnología:

1.1 Características Agronómicas de INTA CHINANDEGA

Vigor comercial	: Vigoroso
Días a flor	: 75
Altura de planta	: 90 cm
Excerción de espiga	: Buena
Densidad de espiga	: Intermedia
Color de la testa	: Paja
Longitud de espiga	: 24 cm
Habilidad de macollamiento	: Buena
Reacción al acame	: Resistente
Reacción a Pyricularia	: Resistente
Peso de 1000 granos (g)	: 27
Número de granos/espiga	: 135
Días a cosecha	: 105
Potencial genético	: 120 (Riego), 100 (Secano)
Recomendado para	: Riego y secano favorecido
Origen	: CIAT-Colombia.

1.2 Origen de la variedad

La variedad INTA CHINANDEGA proviene del VIOFLAR 1997 de la Red de Arroz de Centroamérica del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). La variedad es derivada de la cruza doble CT-11519/ CT-11492 que pertenece a *Oryza sativa* subespecie *indica* realizada en CIAT.

.

1.3 Adaptabilidad

INTA CHINANDEGA se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 800 m, se adapta a suelos Arcillosos y Franco arcillosos. Con pH de 5.6 - 7.3, temperaturas de 22 a 31 ºC y precipitaciones de 1,200- 1,600 mm.

.

1.4 Zonas recomendadas

INTA CHINANDEGA se recomienda para las principales zonas arroceras de riego del país: Sébaco, Malacatoya, León, y en las zonas más favorecidas de arroz de secano: Chinandega, Jalapa, Pantasma, Río San Juan, Cárdenas - Rivas y RAAS.

1.5 Manejo agronómico

- **Época de siembra:** INTA CHINANDEGA es una variedad precoz de 105 días, recomendada para siembra de riego y secano favorecido. En riego de verano, en los meses de Diciembre y Enero. En secano, favorecido en la primera quincena de Julio.

- **Densidad poblacional:** La densidad de siembra de INTA CHINANDEGA, en riego al voleo 180 lb./mz y en condiciones de secano 160 lb./mz.

- **Fertilización:** La fertilización base se realiza al momento de la siembra para la modalidad de secano favorecido y a los 7 días de germinado para la modalidad de riego. La fertilización nitrogenada se recomienda en tres etapas diferentes de desarrollo del cultivar. La fertilización de la variedad INTA CHINANDEGA se recomienda así:

EPOCA	CANTIDAD QQ	FORMULA	ETAPA FENOLOGICA
Al momento de la siembra	2	Completo 12-30-10	Estado de plántula
A los 15 días de germinado	1.5	1ra Aplicación Urea 46%	Inicio del ahijamiento
A los 35 días de germinado	1.5	2da Aplicación Urea 46%	Máximo macollamiento
A los 50 días de germinado	1	3ra Aplicación Urea 46%	Inicio de primordio

- **Cosecha:** La variedad INTA CHINANDEGA debe cosecharse con humedad de grano de 20-22%, debido a que presenta maduración uniforme del grano; para evitar perdidas de la calidad industrial, no debe cosecharse con humedades menores al 20%.

Ventajas:

- Potencial de rendimiento de grano 100-120 qq/mz, supera en 44% al promedio nacional de rendimiento de grano.
- Características agronómicas deseables por los agricultores (buen vigor inicial, tolerancia a enfermedades especialmente a Pyricularia grisea y manchado de grano, buena senescencia y Excersión de panícula.
- Muchos productores de las zonas arroceras de secano, incrementan su producción y disminuyen sus costos de producción; además disminuyen los riesgos por ser una variedad precoz de 105 días.
- La calidad molinera de la variedad INTA CHINANDEGA, aumenta la rentabilidad, mejora la cristalinidad y el largo del grano.
- La uniformidad de maduración fisiológica es buena, lo que favorece la calidad de la semilla, disminuye las aplicaciones de insecticidas en el control de plagas de la panícula y el manejo de Post-cosecha.
- La rentabilidad de los productores de arroz en los sistemas de riego y secano favorecido es mayor con el uso de la variedad INTA CHINANDEGA.
- Alta fertilidad de la panícula.
- La calidad de grano trillado se superior a los estándares nacionales de arroz oro 80-20 de grano entero, ya que posee un 83 % de grano entero

Restricciones:

- La habilidad de macollamiento es buena, pero no sobrepasa los 22 tallos por planta.
- El desgrane de la panícula de INTA CHINANDEGA es intermedia.

1.5 Costo de la Tecnología:

COSTOS DE PRODUCCION /MZ	SISTEMA DE SIEMBRA
US$ 600.00	Riego
US$ 450.00	Secano

II. BENEFICIOS DE LA TECNOLOGIA

2.1 Beneficio económico

El costo de la tecnología por manzana de arroz de riego con la variedad INTA CHINANDEGA es de US$ 600.00, donde se obtienen rendimientos de 100-120 qq/mz. Es importante señalar que la variedad INTA CHINANDEGA, presenta alta resistencia a Pyricularia grisea y manchado de grano, disminuye los gastos en el control de enfermedades sobre todo de fungicidas, protegiendo así, la economía del productor y el medio ambiente.

INDICADORES	INTA CHINANDEGA	ALTAMIRA-9
Rendimiento (qq/mz)	120	80
Costo variable (US $)	600.00	612.00
Beneficio bruto de campo (US $)	1,500.00	1,000.00
Beneficio neto (US $)	900.00	388.00
Beneficio/costo (US $)	1.5	0.63

El costo de 1 qq de arroz granza comercial: US $ 12.50

El productor al sembrar INTA CHINANDEGA obtiene un beneficio neto por manzana de US 900.00, 43% más en relación a la variedad Altamira-9 (Variedad comercial), lo que representa que por cada Dólar invertido, se obtiene una ganancia de US $ 1.50.

2.2 Sociales

Aumento nacional de la producción de alimentos y reducción de las importaciones de tan importante grano, mejorando así los ingresos y bienestar de las familias productoras.

2.3 Ambiental

INTA CHINANDEGA presenta buena respuesta a las aplicaciones de nitrógeno, aunque su demanda no es mayor que el de la variedad comercial Altamira-9, a la que se recomiendan 4 qq/mz de Nitrógeno (Urea 46%). Además que su tolerancia a enfermedades especialmente a Pyricularia grisea es alta, así como al manchado de grano, lo que permite realizar una sola aplicación de fungicida en comparación con las otras variedades comerciales, a las que se les realizan hasta cuatro aplicaciones; representando esto una significativa reducción hasta del 80 % en químicos, permitiendo una menor afectación al medio ambiente.

III. Soporte técnico: Esta información es el estudio de 7 años de investigación por técnicos e investigadores del Proyecto de Investigación y Desarrollo del Programa de Arroz con la cooperación de la Misión Técnica Agropecuaria de la República de China-Taiwán. La información se encuentra en los Informes Anuales de Arroz 1997-2004 y el Programa de Arroz del INTA-CNIA.

INTA.Informe Técnico Anual de Arroz, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003

Autores/Responsable/Colaboradores:

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA