

**Producción arrocerá y evolución de elementos  
climáticos en la provincia de Corrientes (Argentina)**  
*Rice production and evolution of climatic elements in the  
Corrientes province (Argentina)*

Olga Eugenia Scarpati, Alberto Daniel Capriolo y Yamile Ester Puga<sup>1</sup>

INTRODUCCIÓN

La provincia de Corrientes, ubicada en el noreste de la República Argentina, presenta importantes humedales con aguas superficiales de calidad adecuada para distintos tipos de actividades y usos por lo que mantienen una alta diversidad de fauna y flora. Los humedales son ambientes donde el agua es el principal factor de control de la vida vegetal y animal. Son superficies cubiertas de agua, de origen natural o artificial, permanente o temporal, estancado o corriente, dulce o salado y las características de clima y geomorfología condicionan y favorecen la formación de ellos.

El 19% de la superficie provincial está representada por lagunas y esteros, lo que indica una importante riqueza en agua y biodiversidad. Si bien predominan los esteros, también se encuentran lagunas, bañados, cañadas, valles aluviales y carrizales.

El cuerpo de agua más importante son los Esteros del Iberá ubicados entre los paralelos 27° 30' y 29° de latitud Sur y los meridianos 56° 25' y 58° de lon-

---

<sup>1</sup> Alberto Daniel Capriolo pertenece al Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos (CEFYO-CONICET) albertocapriolo@yahoo.com.ar; Olga Eugenia Scarpati pertenece al CEFYO-CONICET y a la Universidad Nacional de la Plata oescarpati@gmail.com; y Yamile Ester Puga pertenece a la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) yamilepuga33@hotmail.com.

gitud Oeste, con un área aproximada de 14.000 km<sup>2</sup> o sea un 14,6% del área provincial. Su longitud llega a 250 km y su ancho varía entre 140 km al Norte y 20 km al Sur. La laguna Iberá, cuya superficie es 5.500 hectáreas (ha) es una de los más grandes con una profundidad media de 3m y con aguas siempre claras.

Los humedales correntinos poseen componentes físicos, químicos y biológicos que interactúan entre sí, en suelos, agua, flora y fauna. Dicha interacción les permite prestar servicios muy significativos: almacenamiento de agua, protección contra tormentas e inundaciones, recarga de acuíferos, purificación del agua por medio de la retención de nutrientes, sedimentos y sustancias contaminantes, provisión de hábitat para distintas especies y provisión de materias primas y alimentos.

Los Esteros del Ibera (figura 1) abarcan los departamentos correntinos de San Miguel, Concepción, San Roque, Mercedes, San Martín, Santo Tomé e Ituzaingó.

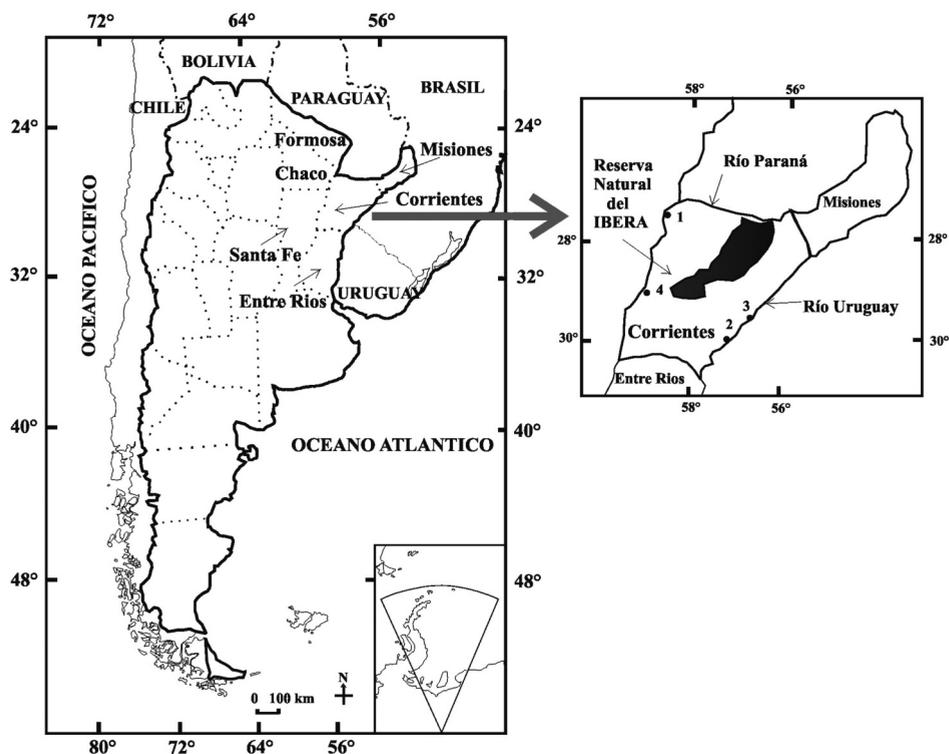
En la provincia de Corrientes el arroz (*Oriza sativa*) es el cultivo anual de mayor importancia, y se distribuye en diversos ecosistemas con contrastes en su aptitud agronómica, niveles tecnológicos empleados y escala productiva (Vara *et al.*, 2005). Además de las condiciones edáficas y la disponibilidad de agua, las condiciones climáticas son determinantes para el desarrollo del cultivo (Pascale y Damario, 2004).

La expansión del cultivo de arroz estuvo ligada a la política aduanera implementada en 1930, que permitió a los productores locales enfrentar la importación. Su radicación en Corrientes y en parte de la provincia adyacente de Entre Ríos responde al aprovechamiento de la abundancia de ríos y arroyos que proporcionaban el agua para riego necesario para el cultivo (Puga *et al.*, 2011). El principal comprador de la producción argentina es Brasil, tanto de arroz con cáscara como de arroz elaborado.

Durante el siglo xx se desarrollaron además, otros cultivos tradicionales de la región: tabaco, té y yerba mate, los cuales estructuraron la economía provincial y regional y sus volúmenes de producción se fueron ajustando a las necesidades locales ya que ellos tienen por principal objetivo abastecer el mercado interno.

La evolución temporal de estos cultivos ha sido diferente, si bien todos ellos conservan las cantidades producidas, el tabaco comienza a declinar su producción en forma fluctuante primero y francamente descendente en los últimos diez años, mientras que el arroz muestra una marcada tendencia ascendente a partir del año 1990 según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Ministerio de Agricultura, 2014). La producción aumentó de 120.000

FIGURA 1  
PROVINCIA DE CORRIENTES



Fuente: Cartografía Base del Indec.

toneladas (t) en la campaña agrícola 1969/1970 a casi 700.000 t en 2010/2011 de acuerdo a la misma fuente.

Históricamente, la provincia de Entre Ríos ha tenido rendimientos de arroz superiores por usar variedades americanas (variedad Largo Fino) junto con una mayor aplicación de tecnología y con destino a la exportación mientras que en Corrientes se siembra preferentemente arroz largo ancho (variedad Fortuna) de menor rinde pero con destino al mercado interno.

Los rendimientos medios de arroz en Corrientes han aumentado debido a la incorporación de variedades de grano largo fino y a mayor uso de tecnolo-

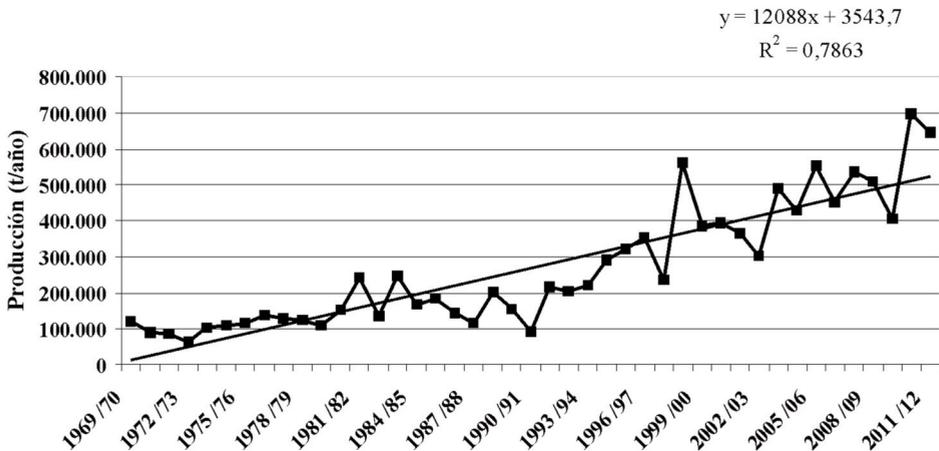
gía a partir de inversiones realizadas por parte de los productores, en atención a la demanda internacional según el Informe Sectorial sobre el Arroz (Ministerio de Economía, 1996).

En el año 2009 el Banco Mundial publicó las conclusiones principales del análisis para el fortalecimiento institucional del sector arrocero y señaló:

- se presenta como el sector de muy alto potencial por las características diferenciales de Corrientes en la productividad por hectárea y la tendencia de precios esperada para los próximos años (el precio actual duplicó el promedio de los últimos siete años y es esperable que siga creciendo). El componente industrial del sector (molino, parabolizado y empaquetado), que está minimamente desarrollado en Corrientes, puede llegar a duplicar el valor agregado del sector primario.
- existe potencialidad de 200.000 hectáreas implantadas (desde las 70.000 actuales) llevando la producción a niveles de 1,3 millones de toneladas.

La figura 2 muestra la evolución del cultivo de arroz, su alta tendencia creciente expresada por la ecuación de la recta y el correspondiente test estadístico  $R^2$ .

FIGURA 2  
PRODUCCIÓN ARROCERA EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES EXPRESADA EN TONELADAS



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Ministerio de Agricultura, 2014).

La mayor parte de la producción arrocerá se realiza en la región de los Esteros del Iberá por sus condiciones ambientales, pues en otros espacios requiere de la sistematización hidráulica del terreno para la inundación del suelo, de la roturación periódica de la tierra y el uso de agroquímicos (INTA, 2008a).

Si bien son varios los departamentos arroceros correntinos, los datos suministrados por Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación no permiten el tratamiento estadístico de las variables producción, rendimiento, superficies implantadas y cosechadas para todos ellos pues lamentablemente no todas las series de datos están completas. La evolución de los datos de producción y rendimiento en los dos principales departamentos dedicados al cultivo de arroz fueron analizados por Puga *et al.* (2011). Ellos señalaron la tendencia creciente de la producción correntina principalmente en el departamento Mercedes, mientras que en San Martín la producción ha disminuido en el presente siglo y la evolución creciente del rendimiento del arroz en ambos departamentos.

#### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES

La provincia de Corrientes tiene una superficie de 88.199 km<sup>2</sup>, lo que representa el 3,18% de la superficie continental americana de la República Argentina. Limita con tres países: Brasil, Paraguay y Uruguay y además, con las provincias argentinas de Misiones al noreste, Chaco y Santa Fe al oeste y con Entre Ríos al sur. Con estas provincias constituye la región denominada Mesopotamia.

Los suelos presentan una gran diversidad en sus aptitudes productivas y los específicamente agrícolas representan el 21% del territorio provincial.

Las tierras más aptas para su explotación se sitúan a la vera de Ríos Paraná y Uruguay determinando simultáneamente las mayores concentraciones poblacionales. Casi el 13% de los suelos (1.128.400 ha) es considerado apto para la forestación y un 18% de los mismos (1.575.200 ha) moderadamente apto para esta actividad.

Según el Informe Final del Banco Mundial (2009) la provincia «...presenta una morfología muy apta para el desarrollo de diversas explotaciones agrícolas, forestales y ganaderas. Su ubicación geográfica estratégica es clave para la comunicación de los estados integrantes del MERCOSUR y nexo principal para el corredor bioceánico. Su característica económica se encuadra como una provincia productora de bienes de origen principalmente primario, con

un nivel industrial bajo y destinado principalmente al consumo interno. Aporta el 2,44% del PBI del país, generando el 4,92% del PBI primario de Argentina, valores fuertemente inferiores a la media del conjunto de las provincias argentinas».

## Suelos y Geomorfología

El INTA (1996) realizó el estudio de los suelos correntinos de acuerdo a Soil Survey Staff (1992), hasta la categoría de Series, que se denominaron en relación a las localidades, parajes o lugares, donde fueron reconocidos y describió 175 Series de suelos. Se reconocieron siete Órdenes: los Alfisoles que ocupan el 29,4% de la superficie provincial, los Molisoles con 28,3%, los Entisoles con 18,8%, los Inceptisoles con 7%, los Vertisoles 6,3%, los Ultisoles 4,2% y por último los Histosoles con 3,9%.

La provincia se divide, dentro de la Gran Unidad “Llanura Correntino-Misionera”, en Grandes Unidades Geomorfológicas como muestra el cuadro 1.

CUADRO 1  
GRANDES UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE  
CORRIENTES

Grandes Unidades Geomorfológicas	Elementos
Lomas y planicies embutidas	Lomas Planicies embutidas
Depresión poligenética del Iberá	Depresión del Iberá Depresión del Río Corrientes Depresión del Sarandí - Barrancas
Planicie de erosión oriental	Remanente misionero Estructura cupuliforme desmantelada Estructura cupuliforme escalonada

Fuente: Elaborado en base a INTA, 1996.

## Vegetación, territorios fitogeográficos y regiones naturales

En Corrientes se encuentran dos grandes dominios fitogeográficos: el Chaqueño, al occidente y parcialmente al Este, que alcanza al 80% de su superficie y el Amazónico al Noreste que representa el 20% restante. La distribución de la vegetación responde básicamente a los gradientes térmicos y pluviométricos del área (INTA, 1996).

Se reconocen los distritos: Oriental de la provincia Chaqueña, el del Ñandubay (*Prosopis affinis*) de la provincia del Espinal y los campos de la provincia Paranaense.

Hay tres provincias fitogeográficas con caracteres propios que dan origen a amplias zonas de transición en sus áreas de contacto, por ello se encuentran el parque chaqueño-correntino del quebracho colorado (*Schinopsis balansae*), las sabanas gramíneas de *Andropogon lateralis*, palmares de yatay (*Syagrus yatay*) y parques de *Prosopis spp*, la Depresión iberana y los malezales y sabanas gramíneas húmedas a perhúmedas.

Corrientes ocupa una gran llanura con dos Grandes Regiones Naturales, ocho Regiones y 29 Subregiones, que se representan esquemáticamente en el cuadro 2.

## Clima

El clima de la provincia de Corrientes es subtropical, con abundantes precipitaciones que decrecen de noreste a suroeste desde 1.600 mm a 1.100 mm anuales y cuya distribución es casi regular a lo largo del año, aunque se advierte una cierta reducción en verano y otra más marcada en invierno. Las temperaturas medias anuales varían entre 20 °C y 21 °C, con una mínima oscilación diaria, especialmente al noroeste, debido al alto contenido de humedad del aire, que alcanza uno de los valores más elevados de la Argentina.

En el norte el clima es afectado por las condiciones locales de las depresiones en el terreno y las aguas estancadas que operan como fuentes de evaporación permanente, lo cual disminuye el riesgo de heladas, con un periodo medio anual libre de ellas de 345 días y pueden ocurrir hasta tres heladas anuales. Es un clima húmedo, con frecuentes excesos hídricos en otoño y en primavera. Tiene moderadas deficiencias principalmente en verano que oscilan entre 50-200 mm y que pueden afectar los rendimientos de los cultivos, principalmente a aquellos que se encuentran sobre suelos de baja capacidad de retención hídrica (República Argentina, 1982; Castro *et al.*, 1991; INTA, 1996).

CUADRO 2  
REGIONES NATURALES CORRENTINAS

Gran Región	Región	Subregión
Occidental	Albardón y planicie subcóncava del Paraná y afluentes	Dique natural del alto Paraná y Cañada Ipucú Cordón arenoso rojizo. Dique natural del Paraná medio y albardones de afluentes. De la gran Planicie Subcóncava
	Lomadas arenosas, planicies y depresiones.	Santa Lucía Complejo Ituzaingó. Planicies arenosas y depresión de antiguos cauces Esquina
	Valle actual del Río Paraná	Desembocadura del San Lorenzo y Ambrosio Desembocadura del Santa Lucía Islas
	Depresión Iberiana	Esteros y lagunas del Iberá Depresión del Corriente Depresión Sarandí - Barranca
Oriental	Colinas y Llanuras Onduladas del Noreste	Colinas y Llanuras colinosas Llanuras del Aguapey
	Malezales del Iby - Baí	Galarza Malezales Cuay Grande Ayuí Quiyaty Tres Cerros
	Cuchillas Mesopotámicas	Paiubre Escudo mercedeano Cuenca imbrífera del W Cuenca imbrífera del E
	Terrazas del Río Uruguay	Norte Central Sur

Fuente: Elaborado en base a INTA, 1996.

Los vientos provenientes del Océano Atlántico poseen una alta frecuencia durante todo el año y son portadores de nubosidad que reducen la heliofanía en forma considerable. Se estima que el territorio correntino dispone sólo de 55% de las horas de sol que le corresponderían de acuerdo con su latitud (Scarpati *et al.*, 2012). Los vientos de E representan el 25-30% y le siguen en importancia las combinaciones SE y NE. La velocidad media de ellos fluctúa entre 10 y 15 km/h, siendo máxima en los meses de primavera y mínima en los del otoño. La frecuencia de calmas es también importante (cerca del 25%).

La humedad relativa media anual oscila entre 70 y 75% con valores mínimos en verano y máximos en invierno. Estos valores son el resultado de la gran cantidad de cuerpos de agua que caracterizan el territorio y la predominancia de vientos del cuadrante este.

La variación de la radiación global es muy escasa y el valor medio anual en toda la provincia es de 27,6 W/ cm<sup>2</sup> debido principalmente a la latitud.

Ligier *et al.* (2004) aplicaron dos clasificaciones climáticas para la región en estudio, en primer lugar la clasificación de Thornthwaite que encuentra tres regiones más importantes y dos secundarias:

- C<sub>2</sub> A' r a' en zona noroeste de la provincia,
- C<sub>2</sub> B'<sub>4</sub> r a' en la franja longitudinal paralela al Río Paraná
- B<sub>2</sub> B'<sub>4</sub> r a' en la franja longitudinal central
- B<sub>2</sub> B'<sub>4</sub> r a' en el área noreste de la provincia y
- B<sub>3</sub> B'<sub>4</sub> r a' en un pequeño sector en el límite con la provincia de Misiones.

Los tipos climáticos encontrados se dividen en dirección este a oeste desde Subhúmedo-húmedo (C<sub>2</sub>) hacia los tipos húmedos (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub>). El tipo de clima de casi prácticamente toda la provincia es Mesotermal identificado como B'<sub>4</sub> y una pequeña área con región Megatermal (A') al noroeste. El tercer término corresponde a la variación estacional de la eficiencia hídrica (r) o Índice de aridez para climas húmedos; que indica una nula o pequeña deficiencia de agua. El cuarto término es la concentración estival de la eficiencia térmica (a'), toda la provincia se caracteriza por una concentración menor al 48%, indicando que otros meses, además de los del verano, poseen condiciones aptas para el crecimiento de las plantas.

Luego, según la clasificación de Köppen la provincia es: Cf w'a (h), que expresa un clima mesotermal, cálido templado, sin estación seca con precipitación máxima en otoño y veranos muy cálidos con temperaturas superiores a 22 °C y temperatura media anual superior a 18 °C.

## Evolución de los elementos climáticos temperatura y precipitación

En la República Argentina, en las últimas décadas del siglo pasado, tuvo lugar un desplazamiento de las isohietas hacia el oeste (Spitalnik y Scarpati, 2001; Barros *et al.*, 2008; Forte Lay *et al.*, 2008), con aumento de las precipitaciones lo que favoreció el consecuente balance positivo del agua en el suelo en la provincia y que impactó al cultivo de arroz (Viglizzo, 2008). Las temperaturas también han experimentado variaciones en el territorio argentino como han estudiado para un período anterior Rusticucci y Barrucand (2004) y Rusticucci y Kousky (2002) y más recientemente Fernandez Long *et al.* (2013).

Los elementos del clima que más influyen al cultivo de arroz son la temperatura y la precipitación. La temperatura influye particularmente causando daño por frío en etapas tempranas del cultivo y en la floración. Las precipitaciones tienen poca incidencia directa sobre el crecimiento y el desarrollo de la planta; pero inciden sobre la fecha de siembra (INTA, 2008b).

En la Universidad Nacional de La Plata se desarrolló el Proyecto de Investigación “Transformaciones territoriales y problemas ambientales en la zona de los Esteros del Iberá (provincia de Corrientes). Aportes hacia una propuesta de ordenamiento ambiental del territorio” durante 2010 y 2011 y desde el año 2012 el Proyecto “Efectos de los cambios globales en los Esteros del Iberá y humedales adyacentes (Provincia de Corrientes)”. En el marco de ambos se ha analizado algunos aspectos del clima y su posible impacto en la producción agrícola de la provincia de Corrientes utilizando información principalmente del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Se debió descartar los datos pertenecientes a las estaciones Curuzú Cuatiá, Ituzaingó, San Carlos y General Paz por presentar gran número de datos faltantes e incluso años completos sin datos, lo que invalidaba su procesamiento.

Scarpati *et al.* (2012) analizaron la evolución de los datos meteorológicos diarios de la ciudad de Corrientes, capital de la provincia usando los índices climáticos temperatura máxima de enero y temperatura mínima de julio y la precipitación anual desde 1970 a 2010 y no detectaron variaciones estadísticamente significativas al utilizar el test  $R^2$ .

Usando el mismo procedimiento, Puga, Salaverry y Scarpati (2012a) y Scarpati *et al.* (2013) analizaron, para el mismo período, la variación de dichos índices térmicos para otras ciudades correntinas como Paso de los Libres y Monte Caseros y no hallaron resultados con significancia estadística.

El análisis de la evolución temporal de la precipitación se estudió, en una primera instancia, con un modelo de análisis de la tendencia obtenida a partir

de una ecuación polinómica de cuarto grado y su consiguiente test  $R^2$  (Puga, Salaverry y Scarpatti, 2012b) sin obtener resultados con validez estadística.

En el presente estudio se utiliza el test no paramétrico de Mann-Kendall y la magnitud de la tendencia se estima por el método no paramétrico Sen para todos los índices climáticos mencionados y para el análisis de la precipitación se añade la estación Bella Vista del INTA.

En el cuadro 3 se observa la ubicación de las estaciones meteorológicas usadas del SMN y del INTA y los datos son del período 1970-2010.

CUADRO 3  
ESTACIONES METEOROLÓGICAS ESTUDIADAS

Nombre	Latitud	Longitud	Altura (m)
Corrientes	27° 28'S	58° 50'W	62
Monte Caseros	30° 14'S	57° 37'W	54
Paso de los Libres	29° 42'S	57° 05'W	70
Bella Vista INTA	28° 26'S	58° 55'W	70

Los resultados estadísticos del análisis de la temperatura máxima mensual y anual se observan en el cuadro 4. Algunos de ellos muestran tendencias positivas con significancia estadística de diferentes niveles y hay resultados con tendencia negativa. Los valores anuales mostraron significancia estadística en Corrientes y Monte Caseros que varía entre 0,05 y 0,1 y con tendencia creciente. Si bien Paso de los Libres también indica aumento éste no es significativo. Los incrementos mensuales con significancia se verifican principalmente en el fin del verano ( $\alpha = 0,1$ ) y en el fin del invierno ( $\alpha = 0,05$  y  $\alpha = 0,01$ ).

El cuadro 5 muestra los resultados obtenidos en el análisis de la temperatura media mínima mensual y anual.

La tendencia de la temperatura media mínima mensual y anual muestra tendencia positiva con diferente nivel de significancia. La tendencia anual es significativa ( $\alpha = 0,05$  y  $\alpha = 0,01$ ) para Monte Caseros y Paso de los Libres. El incremento mensual de este índice con significancia a distintos niveles, tiene lugar principalmente en primavera durante los meses de Octubre y Noviembre.

El cuadro 6 muestra los resultados obtenidos para el análisis de la precipitación anual y mensual.

CUADRO 4  
 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA MEDIA MÁXIMA

	Corrientes	Monte Caseros	Paso de los Libres
Enero	↑	* * ↑	↑
Febrero	↑	↑	↑
Marzo	+ ↑	+ ↑	+ ↑
Abril	↑	↓	↑
Mayo	↓	↓	↓
Junio	↑	↑	↑
Julio	↓	↑	↓
Agosto	* ↑	* * ↑	+ ↑
Septiembre	↑	↑	↓
Octubre	↑	↑	↑
Noviembre	↑	* ↑	↑
Diciembre	↑	↑	↓
Año	+ ↑	* ↑	↑

Referencias: ↓ negativa, ↑ positiva y = sin variación, + tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,1$ , \* tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,05$  y \*\* tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,01$ .

CUADRO 5  
 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA MEDIA MÍNIMA

	Corrientes	Monte Caseros	Paso de los Libres
Enero	↓	↑	↑
Febrero	↓	↑	↑
Marzo	↑	↑	+ ↑
Abril	↑	↑	↑
Mayo	↓	↓	↓
Junio	↑	+ ↑	↑
Julio	↓	↓	↓
Agosto	↑	↑	↑
Septiembre	↑	↑	↑
Octubre	* ↑	* ↑	* ↑
Noviembre	+ ↑	** ↑	*** ↑
Diciembre	↑	↑	↑
Año	↑	* ↑	** ↑

Referencias: ↓ negativa, ↑ positiva y = sin variación, + tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,1$ , \* tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,05$ , \*\* tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,01$  y \*\*\* tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,001$ .

La tendencia de la temperatura media mínima mensual y anual muestra tendencia positiva con diferente nivel de significancia. La tendencia anual es significativa ( $\alpha = 0,05$  y  $\alpha = 0,01$ ) para Monte Caseros y Paso de los Libres. El incremento mensual de este índice con significancia a distintos niveles, tiene lugar principalmente en primavera durante los meses de Octubre y Noviembre.

El cuadro 6 muestra los resultados obtenidos para el análisis de la precipitación anual y mensual.

CUADRO 6  
 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN

	Corrientes	Monte Caseros	Paso de los Libres	Bella Vista
Enero	↑	↓	+ ↓	↓
Febrero	↑	* ↓	+ ↓	↑
Marzo	↓	↓	↑	↓
Abril	↑	↑	↑	↑
Mayo	* ↓	↓	↓	↓
Junio	↓	↓	↑	↑
Julio	** ↓	+ ↓	* ↓	* ↓
Agosto	* ↓	* ↓	+ ↓	* ↓
Septiembre	↑	↑	↓	↓
Octubre	* ↑	↑	↑	* ↑
Noviembre	↑	↑	↑	↑
Diciembre	↑	↑	↑	↑
Año	↑	↑	↓	↑

Referencias: ↓ negativa, ↑ positiva y = sin variación, + tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,1$ , \* tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,05$ , \*\* tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,01$  y \*\*\* tendencia significativa al nivel  $\alpha = 0,001$ .

En el análisis de la precipitación anual del período considerado, ninguna estación estudiada presenta tendencia con significancia estadística, aunque sí se observa un incremento en Corrientes y Monte Caseros y una disminución en Paso de los Libres y Bella Vista.

Los valores de precipitación mensual presentan tendencias positivas y negativas con significancia estadística ( $\alpha = 0,1$ ,  $\alpha = 0,05$  y  $\alpha = 0,01$ ). Los meses de Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre tienen tendencia positiva, no siempre significativa. Los meses con algún nivel de significancia estadística y con tendencia negativa son Mayo ( $\alpha = 0,05$  sólo en Corrientes), Julio ( $\alpha = 0,1$ ,  $\alpha = 0,05$  y  $\alpha = 0,01$ ) y Agosto ( $\alpha = 0,1$  y  $\alpha = 0,05$ ). Octubre muestra significancia

estadística y tendencia positiva en Corrientes y Bella Vista mientras que Febrero señala significancia estadística y tendencia negativa en Monte Caseros y Paso de los Libres. O sea los cambios se presentan principalmente en invierno ( $\alpha = 0,1$ ,  $\alpha = 0,05$  y  $\alpha = 0,01$ ), verano ( $\alpha = 0,1$  y  $\alpha = 0,05$ ) y primavera ( $\alpha = 0,05$ ). Paso de los Libres es la estación que muestran los cambios más importantes.

### Aptitud agroclimática de la provincia de Corrientes

De todo lo expuesto sobre el clima de la provincia de Corrientes se puede concluir que tiene un agroclima con amplias posibilidades y permite el cultivo de numerosas especies anuales y perennes. Esto concuerda con la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable que sostiene que las características climáticas correntinas favorecen los cultivos tropicales y subtropicales; como son el tabaco, la yerba mate, el té, los cítricos y el arroz (Secretaría de Ambiente, 2010).

Las condiciones desfavorables para la actividad son:

- 1) precipitaciones frecuentes en primavera, época de la siembra de los cultivos anuales estivales, lo que dificulta las labores culturales y causa inseguridad sobre la elección de la fecha óptima de siembra,
- 2) excesivas lluvias durante el otoño, que afectan el período de cosecha de los cultivos anuales y desmejoran la calidad de los productos y los rendimientos económicos de los cultivos,
- 3) alta frecuencia de sequías temporarias y veranos secos, que no alcanzan a satisfacer las demandas de la evapotranspiración. Normalmente las deficiencias de agua en el suelo son esporádicas, pero si coinciden con la época de floración, que es crítica para los cultivos, ocasionan disminuciones de los rendimientos y
- 4) inviernos muy suaves y cortos para cultivos anuales invernales, limitando las opciones de cultivo para estas especies.

### Aptitud Arrocera

El INTA (1996) ha estudiado y evaluado las tierras correntinas en función de su potencialidad para producir cultivos u otros usos, clasificándolas según el Sistema de Capacidad de Uso y asignándole valores numéricos a través del índice de productividad, que considera la interacción de varios factores limi-

tantes. Unas 2.000.000 ha son aptas para agricultura de secano y forestales que representa el 22% de la superficie provincial, valor mucho mayor a las 260.000 ha actualmente utilizadas.

El cultivo de arroz se realiza bajo riego y sus requisitos de uso de la tierra son contrastantes en algunas propiedades, en relación a los otros cultivos comunes de secano, también realizados en la provincia de Corrientes.

Si bien el arroz merece un tratamiento especial, en lo que se refiere a interpretaciones de aptitud de uso, el INTA (1996) ha presentado a nivel general algunas referencias básicas de determinadas regiones naturales y suelos para este cultivo. A partir de la interacción de fisiografía y condiciones físico-químicas de los suelos, ha definido cuatro clases de aptitud arroceras que combinan diferentes características y cualidades:

- 1) Clase Muy Apta: suelos de pendientes suaves, bien definidas, sin microrelieves que afecten las labores culturales, con períodos de encharcamientos breves, buena fertilidad y con un horizonte de baja permeabilidad en los primeros 40 cm.
- 2) Clase Apta: suelos con cierta dificultad para el manejo de excesos hídricos, sobre todo cuando coinciden con la época de siembra y su fertilidad inicial es moderada.
- 3) Clase Moderada: suelos en planicies de pendientes muy largas, que requieren una buena sistematización para el manejo del agua. Pueden presentar microrelieves causados por erosión reticular (malezales) ó tacurúes (hormigueros), que obligan a una mayor intensidad de mecanización inicial. La fertilidad es moderada a baja, tienen horizontes con lenta permeabilidad en los primeros 50 cm y es común el exceso de acidez y/o la toxicidad por hierro.
- 4) Clase Marginal: suelos con muy baja fertilidad, pendientes superiores al 2,5%, excesiva permeabilidad y pueden hallarse en alguna planicie de inundación

La aptitud arroceras de los suelos de Corrientes, a partir de todo lo expuesto se detalla en el cuadro 7.

El cuadro 7 muestra que aproximadamente 384.950 ha (21% del total de tierras arroceras) son aptas y muy aptas para el cultivo del arroz. Las tierras moderadas ocupan 848.750 ha (47%) y presentan problemas de manejo por excesos hídricos que pueden condicionar la época de siembra o por saturación con aluminio. Las tierras de clase marginal que ocupan 576.080 ha (32%) se usan según el costo de riego o de movimiento de suelo. Se debe mencionar que las arroceras ubicadas en valles aluviales corren alto riesgo de sufrir inundaciones que pueden provocar pérdidas totales del cultivo.

CUADRO 7

## UBICACIÓN, TIPOS Y APTITUD DE LOS SUELOS PARA EL CULTIVO DE ARROZ

Orden	Localización	Superficie (ha)	Aptitud arroceras
Alfisoles	Norte y Paraná Medio	103.700	Apta
	Nordeste y malezales del Aguapey/Miriñay	409.500	Moderada
Molisoles	Norte y centro sur	243.000	Muy apta
	Norte	38.250	Apta
	Nordeste	37.000	Moderada
Entisoles	Lomadas arenosas	522.080	Marginal
Inceptisoles	Nordeste y malezales del Aguapey/Miriñay.	283.500	Moderada
Ultisoles	Región nordeste	118.750	Moderada
Vertisoles	Valle aluvial Río Corriente	54.000	Moderada
Total		1.809.780	

Fuente: adaptado de INTA, 1996.

## DISCUSIÓN

El ambiente de los humedales correntinos constituye un espacio óptimo para la práctica del cultivo de arroz, dado su clima, la disponibilidad de agua y las características edáficas.

La producción de arroz en Corrientes ha aumentado principalmente por la adopción de mejoras tecnológicas (siembra semidirecta, fertilización, control de malezas) pues otros cultivos anuales no representan una alternativa relevante, aunque existen expectativas en el cultivo de soja. Además, ha aumentado la demanda del mercado nacional e internacional de arroz en las últimas décadas.

En la República Argentina se necesitan grandes volúmenes de agua para ser usados en el cultivo de arroz ya que se aplica el sistema de riego por inundación para impedir el crecimiento de malezas que competirían con el cultivo. En las zonas arroceras de la provincia de Entre Ríos, se riega principalmente por bombeo de agua de pozo, mientras que en la provincia de Corrientes se realiza por medio de represas o por bombeo de agua de río.

## CONCLUSIONES

Las actividades económicas más importantes de la provincia de Corrientes son las agrícola-ganaderas y forestal.

Los cultivos tradicionales presentan diferente evolución temporal: el tabaco ha disminuido, el té se mantiene constante y la yerba mate y el arroz han aumentado.

Estas variaciones no se deben a cambios ambientales ya que el clima, expresado en sus elementos temperatura y precipitaciones, no ha experimentado importantes cambios.

Las mayores demandas de calidad y volúmenes de producción arroceras de las últimas décadas han exigido cambios en la producción que favorecen la ruptura del delgado equilibrio de un frágil ecosistema como son los humedales.

La posibilidad de incrementar la superficie sembrada con arroz es amplia ya que el uso actual es aún pequeño y depende básicamente de las expectativas de rentabilidad, debido a los altos costos iniciales y a la infraestructura vial y de servicios de la provincia que ayuden al desarrollo de la actividad.

Su planificación y práctica hasta el momento no ha puesto en práctica un modelo sustentable como el descrito en el paradigma de la economía ecológica, que busca una relación más equilibrada entre las actividades comerciales y el entorno natural.

Hasta ahora no se manifiestan mayores efectos negativos sobre el área que hagan dudar de su capacidad de resistencia y resiliencia. De todas maneras se deben atender cualquier señal de alerta para poner en acción desde los organismos estatales y privados competentes, de forma rápida y eficiente, distintas acciones para conservar la sustentabilidad de los ecosistemas involucrados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial (2009): *Fortaleciendo la gestión provincial: una contribución al plan estratégico de la Provincia de Corrientes, Argentina*, Buenos Aires, Unidad de Reforma del Sector Público, Departamento de Reducción de la Pobreza y Gestión Económica, Región de América Latina y el Caribe.
- Barros, V., Doyle, M. y Camilloni, I. (2008): "Precipitation trends in southeastern South America: Relationship with ENSO phases and with low-level circulation", *Theoretical and Applied Climatology*, 93, pp. 19-33.
- Castro, G. O., Pérez Croce, E. y Arroyo, J. (1991): *Provincia de Corrientes. Caracterización. Agroclimática. 1ra. y 2da. Etapa, 5 Tomos*, Buenos Aires, Consejo Federal de Inversiones.

- Fernández Long, M. E., Müller, G. V., Beltrán-Przekurat, A. y Scarpati, O. E. (2013): "Long-term and recent changes in temperature-based agroclimatic indices in Argentina", *International Journal of Climatology*, 33/7, pp. 1.673-1.686.
- Forte Lay, J., Scarpati, O. E. y Capriolo, A. (2008): "Precipitation variability and soil water content in pampean flatlands (Argentina)", *Geofísica Internacional*, 47/4, pp. 341-354.
- INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (1996): *Mapa de suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000*, Corrientes, Argentina, Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales/Centro Regional Corrientes/Estación Experimental Agropecuaria Corrientes/INTA-Corrientes.
- INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (2008a): *Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en Corrientes*, Corrientes, INTA.
- INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina, Centro Regional Corrientes, Estación Experimental Agropecuaria Corrientes (2008b): *Proyecto Arroz. Campaña 2007-2008 Volumen XVI*, Corrientes, INTA.
- Ligier, H. D., Kurtz, D., Perucca, A. R., Matteio, H., Vallejos, O. y Lencinas, R. (2004): *Manejo y conservación de la biodiversidad de los Esteros del Iberá, Proyecto GEF/PNUD/ECOS ARG 02 G35, Informe Final*, Corrientes, EEA-INTA.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina (2014): *Sistema Integrado de Información Agropecuaria*, <http://www.siaa.gob.ar/series>
- Ministerio de Economía de la Nación Argentina (1996): *Informe Sectorial sobre el Arroz*, Buenos Aires, Secretaría de Programación Económica.
- Pascale, A. y Damario, E. (2004): *Bioclimatología agrícola y Agroclimatología*, Buenos Aires, Ed. Facultad de Agronomía UBA, 550 pp.
- Puga Y., Salaverry E. y Scarpati O. E. (2011): "Ambientes y actividades económicas en la zona de los Esteros del Iberá (Pcia. de Corrientes) en las últimas décadas", *III Congreso de Geografía de Universidades Públicas*, Santa Fe, Universidad Nacional del Litoral, pp. 1-16.
- Puga, Y., Salaverry, E. y Scarpati, O. E. (2012a): "Evolución espacio-temporal de la temperatura, en el noreste argentino durante el período 1970-2010", *VII Congreso de Medio Ambiente de la AUGM*, La plata, Asociación de Universidades Grupo Montevideo, pp. 21-24.
- Puga, Y., Salaverry, E. y Scarpati, O. E. (2012b): "Evolución y tendencia de la precipitación en la provincia de Corrientes, Argentina", *XIV Jornadas de Investigación*, La Plata, Centro de Investigaciones Geográficas, Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Argentina, pp. 56-68.
- República Argentina (1982): *Atlas Total de la República Argentina, Vol. I. Atlas Físico de la República Argentina*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.
- Rusticucci, M. y Barrucand, M. (2004): "Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina", *Journal of Climatology*, 17, pp. 4.099-4.107.
- Rusticucci, M. y Kousky, V. (2002): "A comparative study of Maximum and Minimum

- temperatures over Argentina: NCEP/NCAR Reanalysis versus Station Data”, *Journal of Climate*, 15/15, pp. 2.089-2.101.
- Scarpati, O. E., Capriolo, A. D. y Puga, Y. E. (2013): “Aspectos de la evolución de la temperatura en el noreste de la República Argentina”, en *Noveno Encuentro Internacional E-ICES 9*, Cuyo, Comisión Nacional de Energía Atómica, Universidad Nacional de Cuyo, p. 18.
- Scarpati O. E., Puga, Y. y Salaverry, E. (2012): “El clima en Corrientes como identidad de un espacio”, *Iberá*, 7/22, pp. 13-15.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina (2010): *Convenio sobre Diversidad Biológica, Cuarto Informe Nacional-República Argentina*, Buenos Aires, Jefatura del Gabinete de Ministros.
- Soil Survey Staff, Agency for International Development, United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Soil Management Support Services (1992): *Keys to Soil Taxonomy*, Blackburg, Virginia, USA, Pocahontas Press. SMSS Technical Monograph, n° 19. Fifth edition.
- Spitalnik, C. y Scarpati, O. (2001): “Evolución estacional de las lluvias en la pradera pampeana”, *Contribuciones Científicas*, 13, pp. 131-135.
- Vara, Jorge A., Cutro, Estefanía M. y Forclaz, María A. (2005): *Estimación del área arroceras en la provincia de Corrientes. Campaña 2004/2005*, Corrientes, Universidad Nacional del Nordeste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.
- Viglizzio, E. F. (2008): “Impacto ecológico-ambiental de los cambios en la relación ganadería-agricultura”, *Revista Argentina de Producción Animal*, 28/2, pp. 169-172.

Fecha de recepción: 8 de agosto de 2014.

Fecha de aceptación: 23 de marzo de 2015.

#### RESUMEN

El arroz, cultivo tradicional en Corrientes (República Argentina), ha mostrado variaciones en su producción en las últimas décadas por lo que se realiza un análisis a fin de detectar si ellos se debieron a cambios climáticos o a otros factores. Los datos del cultivo provienen del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Los datos diarios de temperatura y precipitación pertenecen al Servicio Meteorológico Nacional y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Los resultados fueron validados con los tests no paramétrico Mann Kendall y Sen. Los resultados muestran un evidente aumento de la producción arroceras. Los elementos climáticos señalan un incremento en algunos valores de la temperatura media máxima y de la media mínima y una disminución de la precipitación en algunos meses. No se detectan cambios importantes del clima en los últimos cuarenta años al nivel del modelo estadístico utilizado, por lo que se infiere modificaciones en la demanda externa.

**PALABRAS CLAVE:** variabilidad climática; temperatura; precipitación; producción arroceras.

**ABSTRACT**

Rice, a traditional crop in Corrientes (Argentine Republic), has shown variations in production in recent decades so an analysis to detect whether they were due to climate change or other factors is performed. Provincial production data come from the Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries. Daily temperature and precipitation data belong to the National Meteorological Service and the National Institute of Agricultural Technology. The results were validated with the nonparametric tests Mann Kendall and Sen. The results show a clear increase in rice production. Climatic elements demonstrate an increase in some values of mean maximum temperature and mean minimum and a precipitation decrease in some months. No major climate changes are detected in the last forty years at the level of the statistical model used, so changes were inferred in external demand.

**KEY WORDS:** climatic variability; temperature; precipitation; rice production.