



ISSN: 1688 - 9258

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

# PRESENTACION RESULTADOS EXPERIMENTALES DE ARROZ ZAFRA 2015 - 2016



**Martes 16 de agosto de 2016 – Artigas**  
**Miércoles 17 de agosto de 2016 - Tacuarembó**

---

## EQUIPO DE TRABAJO

### Dirección Regional

Ing. Agr. Ph.D. Gustavo Brito

### Programa Nacional de Arroz

Ing. Agr. MSc. Gonzalo Zorrilla<sup>1</sup>  
Ing. Agr. MSc. Pedro Blanco<sup>2</sup>  
Ing. Agr. PhD (Retirado) Ramón Méndez<sup>2</sup>  
Ing. Agr. MSc. Néstor Saldain<sup>2</sup>  
Ing. Agr. PhD. Fernando Pérez de Vida<sup>2</sup>  
Ing. Agr. MSc PhD. Claudia Marchesi<sup>3</sup>  
Ing. Agr. Federico Molina<sup>2</sup>  
Ing. Agr. PhD Sebastián Martínez<sup>2</sup>  
Ing. Agr. Jesús Castillo<sup>2</sup>  
Ing. Agr. Gonzalo Carracelas<sup>3</sup>  
Ing. Agr. Sara Ricetto<sup>2</sup>  
Ing. Agr. MSc. (retirado) Andrés Lavecchia<sup>3</sup>  
Lic. Juan Rosas<sup>2</sup>

### Unidad de Semillas

Ing. Agr. PhD Ana Laura Pereira

### Unidad Comunicación y Transferencia de Tecnología

Carolina Da Silva  
Zenia Barrios (diagramación e impresión de la publicación).

### Técnicos y productores colaboradores

Ing. Agr. Bernardo Bocking<sup>4</sup>  
Ing. Agr. Marcos Ríos<sup>5</sup>  
Ing. Agr. Fernando Casterá<sup>6</sup>  
Ing. Agr. Guillermo O'Brien<sup>5</sup>  
Ing. Agr. Edgardo Aguirre<sup>5</sup>  
Ing. Agr. Julio Pintos<sup>5</sup>  
Ing. Agr. Ricardo Pereda<sup>4</sup>  
Ing. Agr. Fernando Sanz<sup>7</sup>  
Ing. Agr. Carlos Olaizola<sup>4</sup>  
Ing. Agr. Julio Méndez<sup>4</sup>  
Ing. Agr. Luis Braulio Améndola<sup>7</sup>  
Ing. Agr. Paschual Corá<sup>4</sup>  
Ing. Agr. Santiago Ferrés<sup>4</sup>

### Colaboradores INIA

Mario Acuña  
Santiago Hernández  
Sebastián Inthamoussu  
Fernando Manzi  
Héctor Sosa  
José Luis Umpierre  
Elvis Viera  
Luis Miguel Álvarez

### Agradecimientos

Diego Otegui (Predio experimental)  
Julio Pintos  
UAG (Union Agriculture Group)  
Edgardo Aguirre

---

<sup>1</sup> Director Programa Prod. Arroz

<sup>2</sup> Técnicos INIA Treinta y Tres

<sup>3</sup> Técnicos INIA Tacuarembó

---

<sup>4</sup> Técnicos colaboradores

<sup>5</sup> Productores colaboradores

<sup>6</sup> Técnico CASARONE

<sup>7</sup> Técnico SAMAN

## TABLA DE CONTENIDO

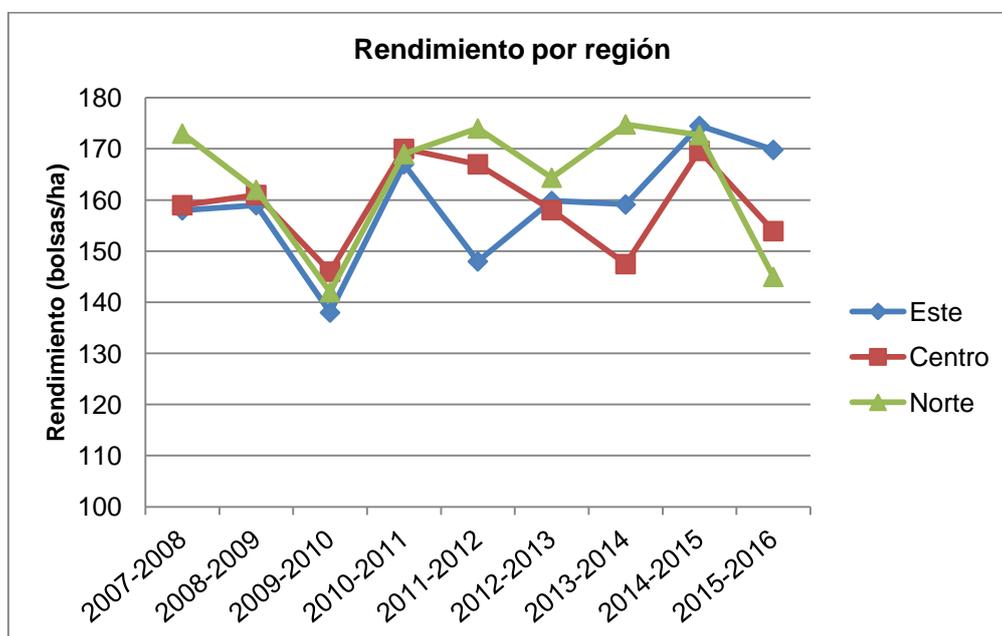
|   |           |
|---|-----------|
| <b>I) PRESENTACION .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>II) CLIMA.....</b>   | <b>5</b>  |
| RESUMEN DE FACTORES CLIMATICOS DE LA ZAFRA 2015/2016 EN LAS ZONAS NORTE Y CENTRO DEL PAIS .....           | 5         |
| FENÓMENO “EL NIÑO – LA NIÑA”: DIAGNÓSTICO A AGOSTO DE 2016. ....  | 19        |
| <b>III) MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS.....</b>   | <b>21</b> |
| INDICE VERDE (NDVI), INDICADOR DEL STATUS NITROGENADO DEL CULTIVO .....                                   | 21        |
| CLOMAZONE: FACTORES AFECTANDO LA VOLATILIZACIÓN Y SU MANEJO. ....   | 25        |
| INSECTOS DEL CULTIVO Y SU ENTORNO: ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE CONSERVAR SU DIVERSIDAD?.....                   | 29        |
| DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL Y DE LA BRECHA DE RENDIMIENTO EN LOS SISTEMAS DE ARROZ EN URUGUAY .....       | 33        |
| <b>IV) MEJORAMIENTO GENETICO .....</b>  | <b>40</b> |
| EVALUACION DE CULTIVARES PROMISORIOS EN ENSAYOS DE FAJAS .....  | 40        |
| CULTIVAR PROMISORIO DE ALTA PRODUCTIVIDAD: SLI09197. RESULTADOS EN ENSAYOS DE FAJAS DURANTE 3 ZAFRAS..... | 44        |
| EVALUACION FINAL DE CULTIVARES: TACUAREMBÓ. ....  | 48        |
| EVALUACION FINAL DE CULTIVARES: PASO FARÍAS. ....   | 52        |
| <b>V) ECONOMIA .....</b>  | <b>56</b> |
| MONITOREO DE COMPETITIVIDAD DE LA CADENA ARROCERA .....   | 56        |

## I) PRESENTACION

### INTRODUCCIÓN

Esta publicación resume resultados experimentales de arroz de la zafra 15-16 para las zonas Centro y Norte del País y es un complemento fundamental de las jornadas de presentaciones que se realizan durante el mes de agosto en Artigas y Tacuarembó.

Como casi siempre esta zafra no se parece en nada a las anteriores y el clima jugó un papel fundamental, diferenciando drásticamente las distintas regiones arroceras (Fig. 1). En un año en que la media nacional estuvo por encima de los 8.000 kg/ha, la media de la zona norte estuvo en 7.250 kg, siendo la primera vez en la serie de datos del Grupo de Trabajo Arroz, en que la misma queda por debajo de las zonas Centro y Este del país. La zona Centro tuvo también una reducción sustancial respecto al ejercicio anterior.



**Figura 1** - Rendimientos por región y por zafra. (Datos compilados de la información brindada por las industrias en el Grupo de Trabajo Arroz de INIA Treinta y Tres el 28.6.16 y que resumen el 83% del total del país)

El promedio general es bueno y sorprendió a todos, ya que las adversas condiciones climáticas del mes de abril hacían pensar en un daño mayor. Sin embargo, la realidad fue que estos eventos de fin de zafra no fueron tan severos y si fueron irreversibles lo daños por exceso de lluvias en la primavera y fines de 2015 en la zona norte.

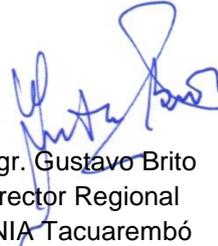
La regionalización en materia varietal se sigue consolidando con INIA Olimar dominando completamente las zonas Centro y Norte y El Paso 144 e INIA Tacuarí aún predominantes en el Este. Sin embargo, en la zona Este hay una dinámica fuerte de ingreso de nuevas variedades (híbrido INOV CL, INIA Merín, INIA Parao, Quebracho, 244CL, 212CL) que aún no se ha expandido al norte del Río Negro.

Ha sido un año complejo que deja a los productores más afectados con muchos problemas por delante. Es un año que genera también muchas preguntas en cuanto a las herramientas tecnológicas que disponemos para mitigar este tipo de situaciones. El análisis de los resultados de los trabajos experimentales y las discusiones con técnicos y productores durante las jornadas y grupos de trabajo, serán una oportunidad ideal para identificar aprendizajes y definir nuevas acciones de investigación.

Es también un momento propicio para estas discusiones ya que la Institución está terminando de elaborar su Plan Estratégico 2016-2020 y aún es tiempo de incidir en la definición de las principales líneas de acción del Programa Arroz para los próximos años.



Ing. Agr. Gonzalo Zorrilla  
Director Programa Nacional  
de Investigación en Producción de Arroz



Ing. Agr. Gustavo Brito  
Director Regional  
INIA Tacuarembó

## II) CLIMA

### RESUMEN DE FACTORES CLIMATICOS DE LA ZAFRA 2015/2016 EN LAS ZONAS NORTE Y CENTRO DEL PAIS

C. Marchesi<sup>8</sup>

Se presenta un resumen de la información correspondiente al clima de la zafra 2015/2016 comparándolos con datos de una serie histórica (1980-2014). En base a los datos de estaciones meteorológicas situadas en Tacuarembó (INIA Tacuarembó), Salto (INIA Salto Grande) y Bella Unión (ALUR<sup>9</sup>), se presentan los siguientes factores climáticos: temperatura del aire – medias, máximas y mínimas-, precipitaciones, radiación solar y evaporación del “Tanque A” para cada localidad.

A los efectos de determinar la influencia de los factores climáticos sobre el crecimiento vegetativo y el rendimiento en granos en el cultivo de arroz, se simulan tres fechas de siembra (20 de septiembre, 20 de Octubre y 20 de noviembre), ubicando el comienzo del período crítico (21 días antes y después de 50% floración) 90 días después de la siembra para la primera fecha, 70 días después de la segunda y 60 días después para la fecha de siembra.

#### PRECIPITACIONES

En las Tablas 1 a 3 se presentan los datos de precipitaciones para las localidades de Tacuarembó, Salto y Bella Unión. Primeramente se presentan las medias mensuales, anuales y del período agosto – mayo de los últimos 5 años así como el promedio histórico. En los recuadros siguientes se muestran las sumas anuales, déficit o exceso anual y acumulado, el volumen de lluvias ocurridas en los meses de Diciembre a Marzo y su porcentaje sobre la media histórica. Por último se observa en las Figuras 1 a 3 las precipitaciones medias mensuales de las zafras 14/15, 15/16 y promedio histórico de las tres localidades.

<sup>8</sup> Ph.D., Investigador Adjunto, INIA Tacuarembó, [cmarchesi@tb.inia.org.uy](mailto:cmarchesi@tb.inia.org.uy)

<sup>9</sup> Agradecemos al Ing. Agr. Fernando Hackenbruch por su disposición en facilitar la información correspondiente a la zona de Bella Unión, por ALUR.

**Tabla 1 - TACUAREMBÓ.** Datos de precipitaciones acumuladas mensuales (milímetros) de la zafra 2015/2016 y las cuatro anteriores, en comparación con la Media Histórica.

| MESES             | 11/12 | 12/13 | 13/14 | 14/15 | 15/16 | M. HIST.    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| E                 | 83    | 36    | 41    | 199   | 109   | 105         |
| F                 | 120   | 363   | 213   | 349   | 17    | 161         |
| M                 | 98    | 19    | 69    | 115   | 67    | 126         |
| A                 | 78    | 75    | 81    | 219   | 19    | 161         |
| M                 | 108   | 33    | 200   | 70    | 144   | 136         |
| J                 | 61    | 165   | 38    | 37    | 95    | 119         |
| J                 | 65    | 64    | 46    | 134   | 64    | 85          |
| A                 | 105   | 128   | 36    | 17    | 275   | 82          |
| S                 | 114   | 90    | 169   | 170   | 105   | 107         |
| O                 | 138   | 277   | 185   | 192   | 253   | 160         |
| N                 | 104   | 39    | 279   | 81    | 140   | 129         |
| D                 | 23    | 300   | 19    | 151   | 204   | 139         |
| E                 | 36    | 41    | 199   | 109   | 36    | 105         |
| F                 | 363   | 213   | 349   | 17    | 87    | 161         |
| M                 | 19    | 69    | 115   | 67    | 189   | 126         |
| A                 | 75    | 81    | 219   | 19    | 524   | 161         |
| M                 | 33    | 200   | 70    | 144   | 107   | 136         |
| <b>Suma anual</b> | 1095  | 1588  | 1375  | 1734  | 1492  | <b>1509</b> |
| <b>Suma A-M</b>   | 1008  | 1438  | 1639  | 966   | 1919  | <b>1306</b> |
| <b>Suma E-M</b>   | 418   | 323   | 663   | 193   | 312   | <b>392</b>  |

**Promedios Anuales de Precipitaciones (mm).**

| Año                  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | Prec. Anual histórica |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| <b>Suma anual</b>    | 1095  | 1588  | 1375  | 1734  | 1492  | <b>1509</b>           |
| <b>Déf Exc anual</b> | -414  | 79    | -134  | 225   | -18   |                       |
| <b>Déf/Exc acum</b>  | -1440 | -1361 | -1495 | -1271 | -1289 |                       |

**Precipitaciones Acumuladas**

|                      |      |     |     |      |     |            |
|----------------------|------|-----|-----|------|-----|------------|
| <b>Dic-Mar (mm)</b>  | 440  | 623 | 682 | 343  | 516 | <b>531</b> |
| <b>% Prom. Hist.</b> | -17% | 17% | 29% | -35% | -3% |            |

**Tabla 2 - SALTO.** Datos de precipitaciones acumuladas mensuales (milímetros) de la zafra 2015/2016 y las cuatro anteriores, en comparación con la Media Histórica.

| MESES             | 11/12 | 12/13 | 13/14 | 14/15 | 15/16 | M. HIST.    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| E                 | 48    | 27    | 45    | 119   | 253   | 121         |
| F                 | 85    | 352   | 118   | 222   | 66    | 145         |
| M                 | 122   | 81    | 65    | 131   | 21    | 159         |
| A                 | 212   | 61    | 49    | 154   | 25    | 144         |
| M                 | 97    | 23    | 123   | 117   | 111   | 99          |
| J                 | 67    | 8     | 2     | 54    | 55    | 81          |
| J                 | 73    | 14    | 35    | 160   | 10    | 48          |
| A                 | 78    | 216   | 18    | 21    | 288   | 57          |
| S                 | 35    | 81    | 114   | 78    | 108   | 89          |
| O                 | 198   | 500   | 162   | 174   | 147   | 170         |
| N                 | 96    | 59    | 214   | 180   | 183   | 134         |
| D                 | 56    | 246   | 34    | 228   | 436   | 151         |
| E                 | 27    | 45    | 119   | 253   | 25    | 121         |
| F                 | 352   | 118   | 222   | 66    | 229   | 145         |
| M                 | 81    | 65    | 131   | 21    | 87    | 159         |
| A                 | 61    | 49    | 154   | 25    | 641   | 144         |
| M                 | 23    | 123   | 117   | 111   | 53    | 99          |
| <b>Suma anual</b> | 1167  | 1668  | 978   | 1638  | 1702  | <b>1399</b> |
| <b>Suma A-M</b>   | 1007  | 1502  | 1285  | 1156  | 2196  | <b>1270</b> |
| <b>Suma E-M</b>   | 461   | 228   | 473   | 339   | 341   | <b>426</b>  |

**Promedios Anuales de Precipitaciones (mm).**

| Año                  | 2011  | 2012 | 2013  | 2014  | 2015 | Prec. Anual histórica |
|----------------------|-------|------|-------|-------|------|-----------------------|
| <b>Suma anual</b>    | 1167  | 1668 | 978   | 1638  | 1702 | <b>1399</b>           |
| <b>Déf Exc anual</b> | -232  | 269  | -421  | 240   | 303  |                       |
| <b>Déf/Exc acum</b>  | -1190 | -921 | -1341 | -1102 | -799 |                       |

| <b>Precipitaciones Acumuladas</b> |      |      |      |     |     |            |
|-----------------------------------|------|------|------|-----|-----|------------|
| <b>Dic-Mar (mm)</b>               | 516  | 475  | 506  | 567 | 777 | <b>577</b> |
| <b>% Prom. Hist.</b>              | -10% | -18% | -12% | -2% | 35% |            |

**Tabla 3 - BELLA UNION.** Datos de precipitaciones acumuladas mensuales (milímetros) de la zafra 2015/2016 y las cuatro anteriores, en comparación con la Media Histórica.

| MESES             | 11/12 | 12/13 | 13/14 | 14/15 | 15/16 | M. HIST.    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| E                 | 223   | 17    | 84    | 234   | 289   | 161         |
| F                 | 177   | 205   | 135   | 210   | 101   | 144         |
| M                 | 58    | 70    | 97    | 141   | 54    | 133         |
| A                 | 128   | 124   | 95    | 138   | 28    | 152         |
| M                 | 100   | 30    | 61    | 78    | 179   | 98          |
| J                 | 65    | 9     | 20    | 23    | 128   | 80          |
| J                 | 43    | 8     | 60    | 113   | 25    | 66          |
| A                 | 71    | 90    | 7     | 11    | 307   | 54          |
| S                 | 72    | 61    | 78    | 166   | 40    | 90          |
| O                 | 214   | 330   | 29    | 165   | 317   | 142         |
| N                 | 88    | 17    | 327   | 199   | 258   | 141         |
| D                 | 151   | 242   | 41    | 299   | 421   | 140         |
| E                 | 17    | 84    | 234   | 289   | 101   | 161         |
| F                 | 232   | 135   | 210   | 101   | 138   | 144         |
| M                 | 66    | 97    | 141   | 54    | 78    | 133         |
| A                 | 87    | 95    | 138   | 28    | 671   | 152         |
| M                 | 5     | 61    | 78    | 179   | 54    | 98          |
| <b>Suma anual</b> | 1387  | 1202  | 1032  | 1775  | 2146  | <b>1402</b> |
| <b>Suma A-M</b>   | 1002  | 1210  | 1282  | 1490  | 2384  | <b>688</b>  |
| <b>Suma E-M</b>   | 314   | 315   | 584   | 443   | 317   | <b>438</b>  |

**Promedios Anuales de Precipitaciones (mm).**

| Año                  | 2011 | 2012  | 2013  | 2014  | 2015 | Prec. Anual histórica |
|----------------------|------|-------|-------|-------|------|-----------------------|
| <b>Suma anual</b>    | 1387 | 1202  | 1032  | 1775  | 2146 | <b>1402</b>           |
| <b>Déf Exc anual</b> | -15  | -200  | -370  | 373   | 744  |                       |
| <b>Déf/Exc acum</b>  | -875 | -1075 | -1445 | -1071 | -327 |                       |

**Precipitaciones Acumuladas**

|                      |     |     |     |     |     |            |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| <b>Dic-Mar (mm)</b>  | 465 | 557 | 625 | 742 | 737 | <b>438</b> |
| <b>% Prom. Hist.</b> | 6%  | 27% | 43% | 69% | 68% |            |

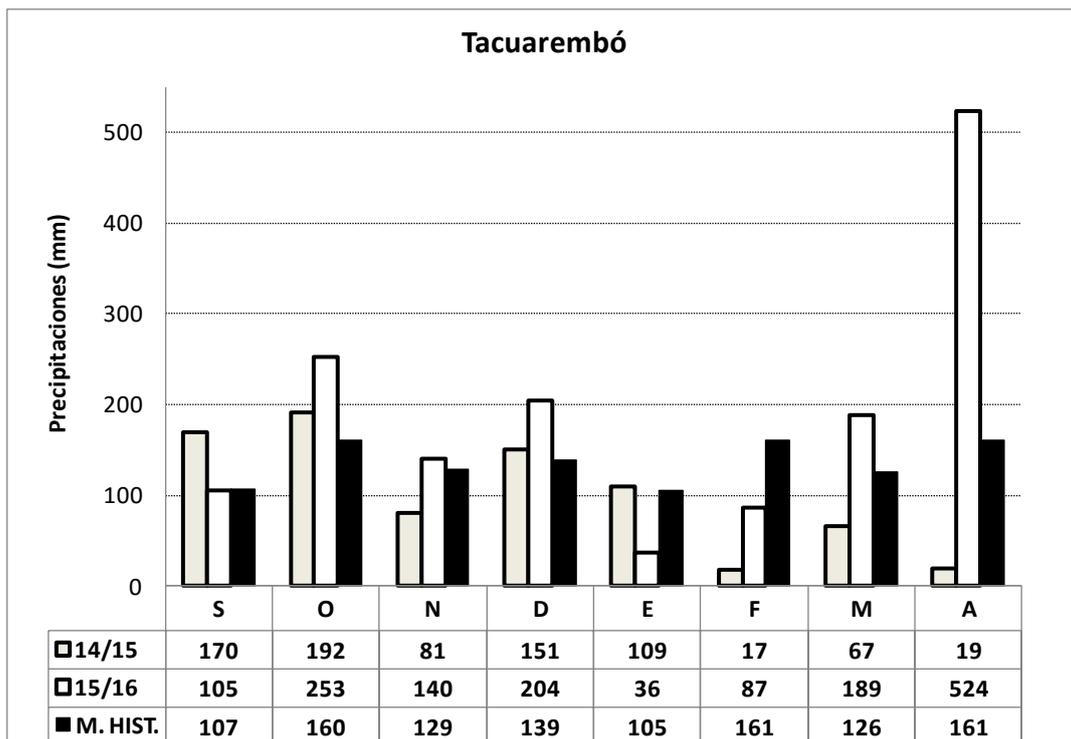


Figura 1 - Precipitaciones mensuales de la zafra 14/15, 15/16 y promedio de la serie histórica de Tacuarembó.

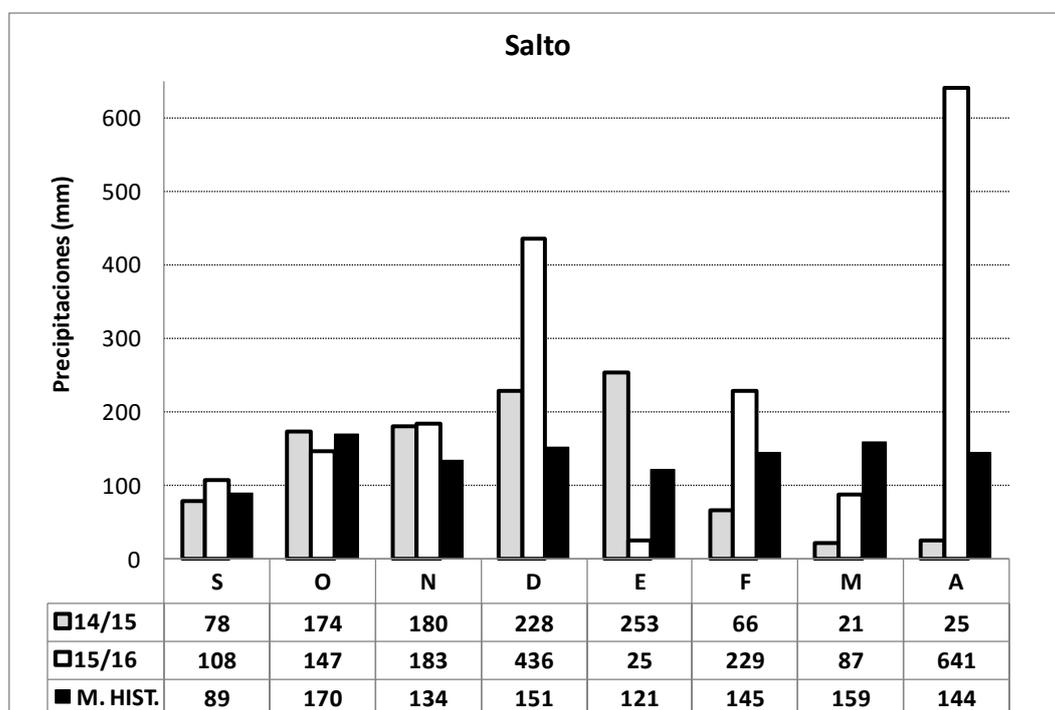
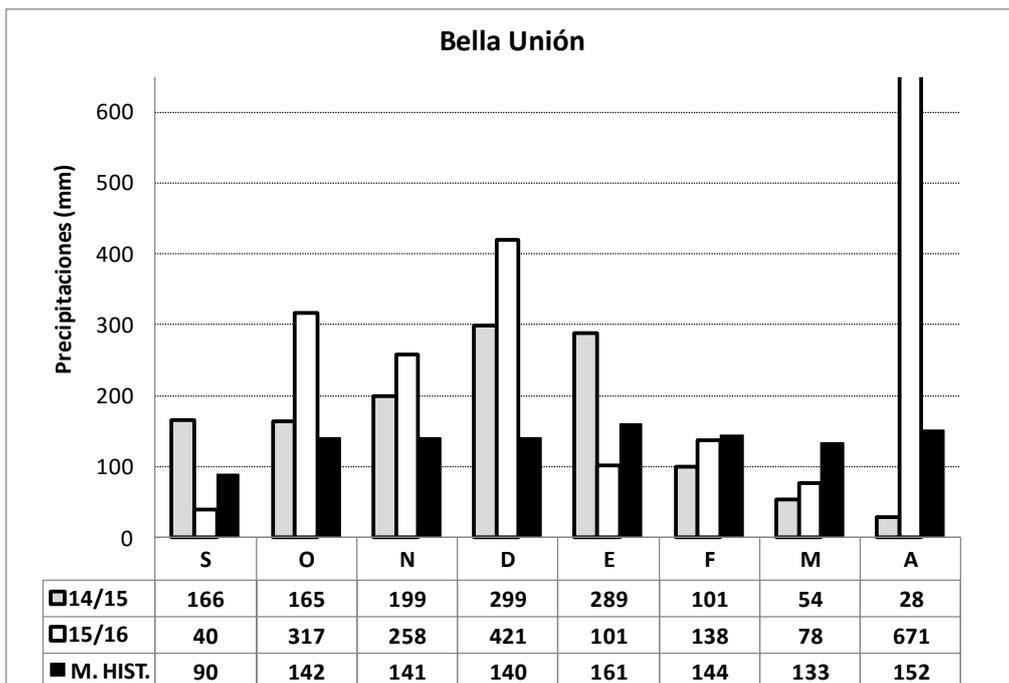


Figura 2 - Precipitaciones mensuales de la zafra 14/15, 15/16 y promedio de la serie histórica de Salto.



**Figura 3** - Precipitaciones mensuales de la zafra 14/15, 15/16 y promedio de la serie histórica de Bella Unión.

## TEMPERATURAS

En base a los datos analizados se presentan graficadas las temperaturas máximas medias y mínimas medias que se sucedieron en la zafra 15/16, comparados con los datos de la serie histórica para las localidades de Tacuarembó, Salto y Bella Unión (Figuras 4 a 6). En las mismas se detallan las tres fechas de siembra simuladas que van a determinar la ubicación de los períodos de floración (Períodos Críticos: PC) en diferentes condiciones climáticas.

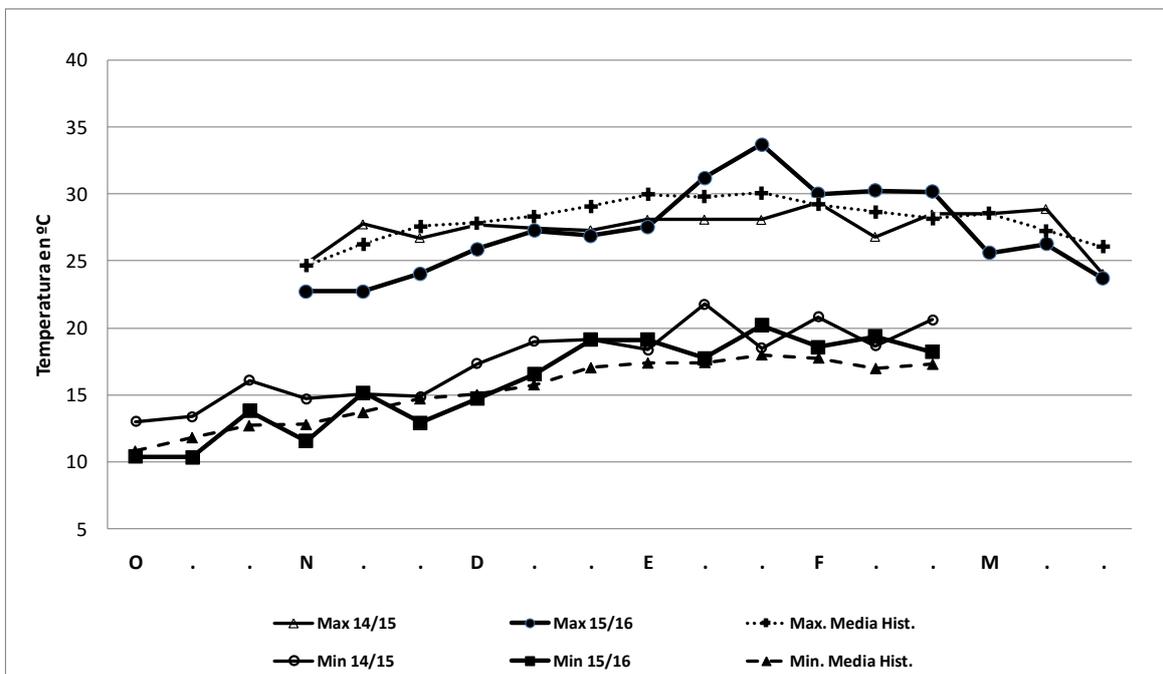


Figura 4 - Temperaturas máximas y mínimas, media histórica y zafras 14/15, 15/16. Tacuarembó.

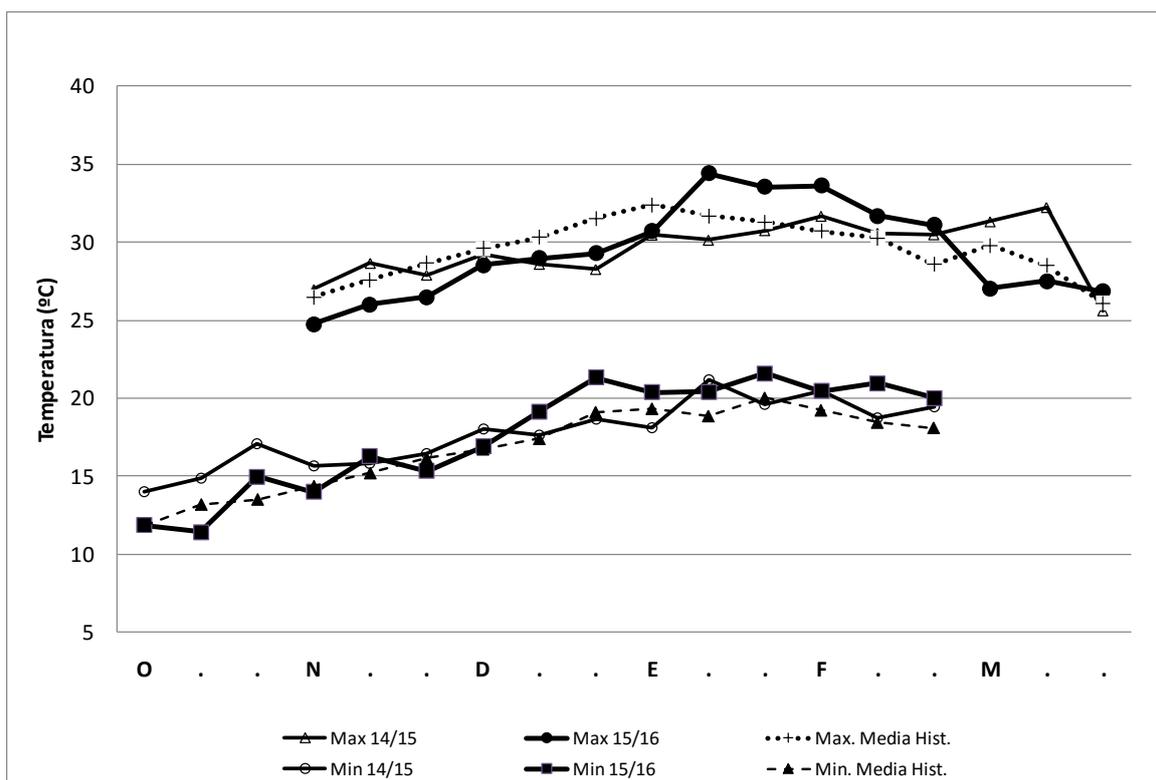


Figura 5 - Temperaturas máximas y mínimas, medias históricas y zafras 14/15, 15/16. Salto.

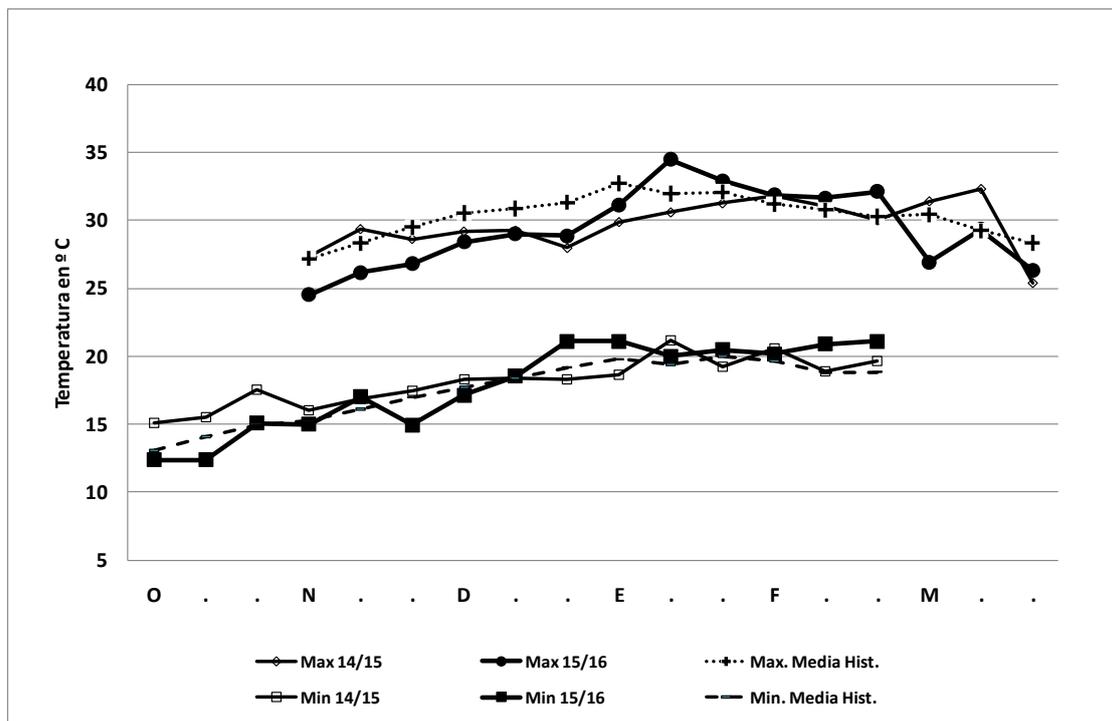


Figura 6 - Temperaturas máximas y mínimas, medias históricas y zafras 14/15, 15/16. Bella Unión.

En la Tabla 4 se presentan datos de Suma térmica para las tres localidades. Por medio de este parámetro se puede determinar el momento que el cultivo alcanza la floración y la madurez fisiológica.

Tabla 4 - Suma térmica para los períodos críticos de cada época de siembra y para el entorno del 10 de Octubre al 10 de Enero (desarrollo vegetativo de la 1ª época de siembra).

| DEPTO.      | PARAMETRO       | SUMA TERMICA (Temp. Medias) |                 |            |            |
|-------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|------------|------------|
|             |                 | Des. Veg.<br>10 Oct.-10 En. | Período Critico |            |            |
|             |                 |                             | 1ra época       | 2da. época | 3ra. época |
| TBO         | Media           | 952                         | 570             | 573        | 557        |
|             | Zafra 15/16     | 854                         | 572             | 586        | 600        |
|             | Zafra 14/15     | 1032                        | 591             | 608        | 599        |
|             | Difer % (Z-M)/M | -10,3                       | 0,4             | 2,3        | 7,8        |
|             | Dif. Grados/día | -1,1                        | 0,1             | 0,3        | 1,1        |
| Salto       | Media           | 1083                        | 653             | 648        | 612        |
|             | Zafra 15/16     | 1058                        | 692             | 712        | 699        |
|             | Zafra 14/15     | 1148                        | 608             | 632        | 628        |
|             | Difer % (Z-M)/M | -2,3                        | 5,9             | 9,8        | 14,1       |
|             | Dif. Grados/día | -0,3                        | 1,0             | 1,6        | 2,2        |
| Bella Unión | Media           | 1174                        | 661             | 662        | 634        |
|             | Zafra 15/16     | 1052                        | 670             | 681        | 676        |
|             | Zafra 14/15     | 1172                        | 597             | 626        | 623        |
|             | Difer % (Z-M)/M | -10,3                       | 1,3             | 2,8        | 6,6        |
|             | Dif. Grados/día | -1,3                        | 0,2             | 0,5        | 1,0        |

Difer. % (Z-M)/M = indica la diferencia entre los valores de suma térmica de las series históricas y la zafra actual expresado como porcentaje de la media.

Dif. Grados/día = indica la diferencia de grados centígrados por día para el período considerado.

Períodos críticos: PC1, 40 días desde 20/12; PC2, 40 días desde 30/12; PC3, 40 días desde 20/01.

## EVAPORACIÓN

El Tabla 5 y Figuras 7 y 8 presentan los datos de evaporación del Tanque A para las localidades de Tacuarembó y Salto, comparando los valores de la media histórica con los de la zafra 14/15 y 15/16 para los períodos Enero a Marzo y los Períodos Críticos correspondientes a cada fecha de siembra simulada.

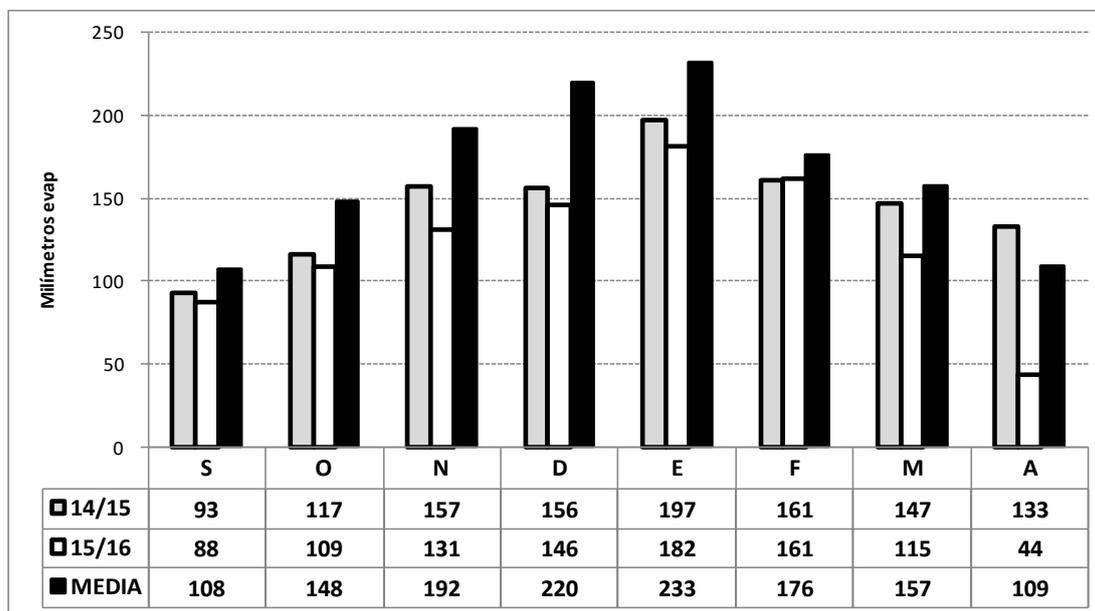
**Tabla 5** - Evaporación "Tanque A" expresado en milímetros. Datos de la media histórica y de las zafras 14/15 y 15/16.

| DEPTO | PARAMETROS  | EVAPORACION TOTAL EN EL PERIODO (mm) |                  |                  |                  |
|-------|-------------|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|       |             | Enero - Marzo                        | Per. critico (1) | Per. critico (2) | Per. critico (3) |
| TBO   | MEDIA       | 566                                  | 310              | 299              | 254              |
|       | ZAFRA 15/16 | 458                                  | 214              | 248              | 218              |
|       | ZAFRA 14/15 | 505                                  | 236              | 257              | 236              |
|       | Dif.(Z-M)   | -108                                 | -97              | -51              | -36              |
|       | % (Z-M)/M   | -19                                  | -31              | -17              | -14              |
| Salto | MEDIA       | 622                                  | 347              | 331              | 282              |
|       | ZAFRA 15/16 | 604                                  | 309              | 341              | 289              |
|       | ZAFRA 14/15 | 570                                  | 250              | 254              | 277              |
|       | Dif.(Z-M)   | -18                                  | -38              | 10               | 7                |
|       | % (Z-M)/M   | -3                                   | -11              | 3                | 2                |

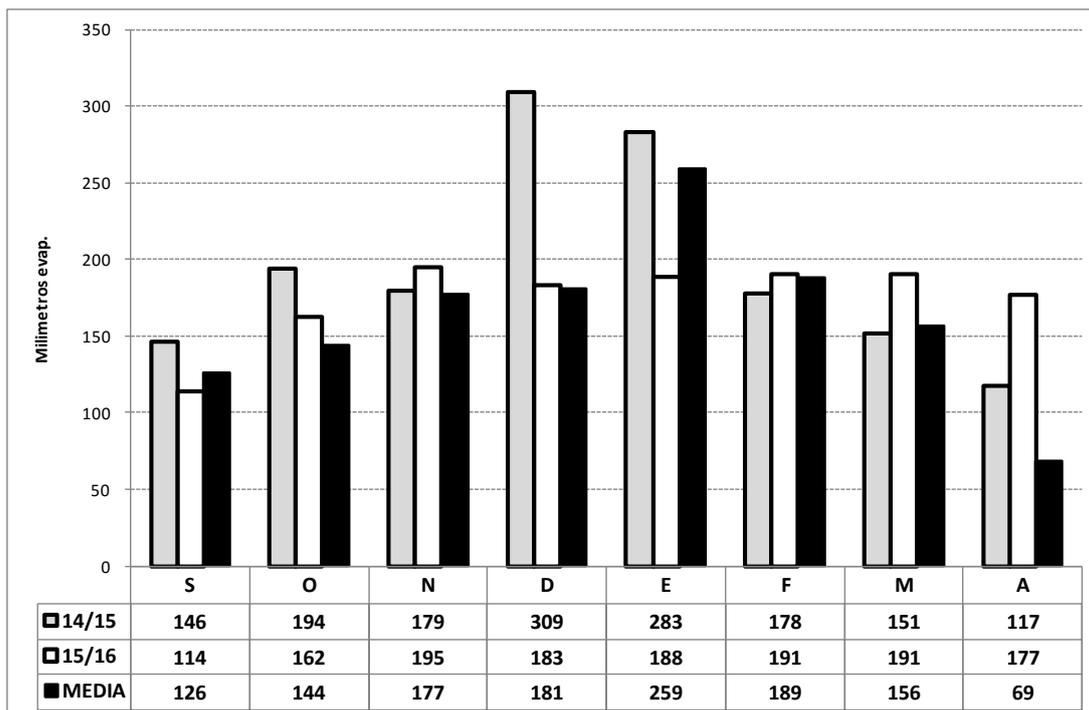
Dif. (Z-M) = indica la diferencia entre los valores de milímetros evaporados de la zafra actual y la serie histórica.

% (Z-M)/M = indica el porcentaje de la diferencia entre los valores de milímetros evaporados de la zafra actual y la serie histórica.

Períodos críticos: PC1, 40 días desde 20/12; PC2, 40 días desde 30/12; PC3, 40 días desde 20/01.



**Figura 7** - Evaporación (Tanque A) de las zafras 14/15 y 15/16 y media histórica en el período Setiembre-Abril para Tacuarembó.



**Figura 8** - Evaporación (Tanque A) de las zafras 14/15 y 15/16 y media histórica en el período Setiembre-Abril para Salto.

## RADIACION SOLAR

La intensidad de la luz y las estructuras productivas de una población de plantas son los factores más importantes que determinan la producción de materia seca. Reducciones en la radiación solar producen disminuciones en el rendimiento, con plantas más altas, un aumento en el porcentaje de granos chuzos y menor respuesta a la fertilización nitrogenada. La importancia de los requerimientos de luz en el ciclo del cultivo va aumentando en la medida que nos acercamos al período reproductivo, alcanzando sus mayores exigencias en el comienzo de floración. La fase del cultivo en la cual la falta de luz produce mayores efectos en la reducción de los rendimientos es el período que se extiende desde la diferenciación de la panoja hasta 10 días antes que comience la fase de maduración -aproximadamente 42 días- siendo el comienzo de floración la mitad de este período.

En la Tabla 6 se presenta la sumatoria de horas de luz para los períodos Oct-Dic, Ene-Mar. y los tres períodos críticos. En las Figuras 9 y 10 se observan las diferencias entre las zafras 14/15 y 15/16 y las medias históricas de cada localidad.

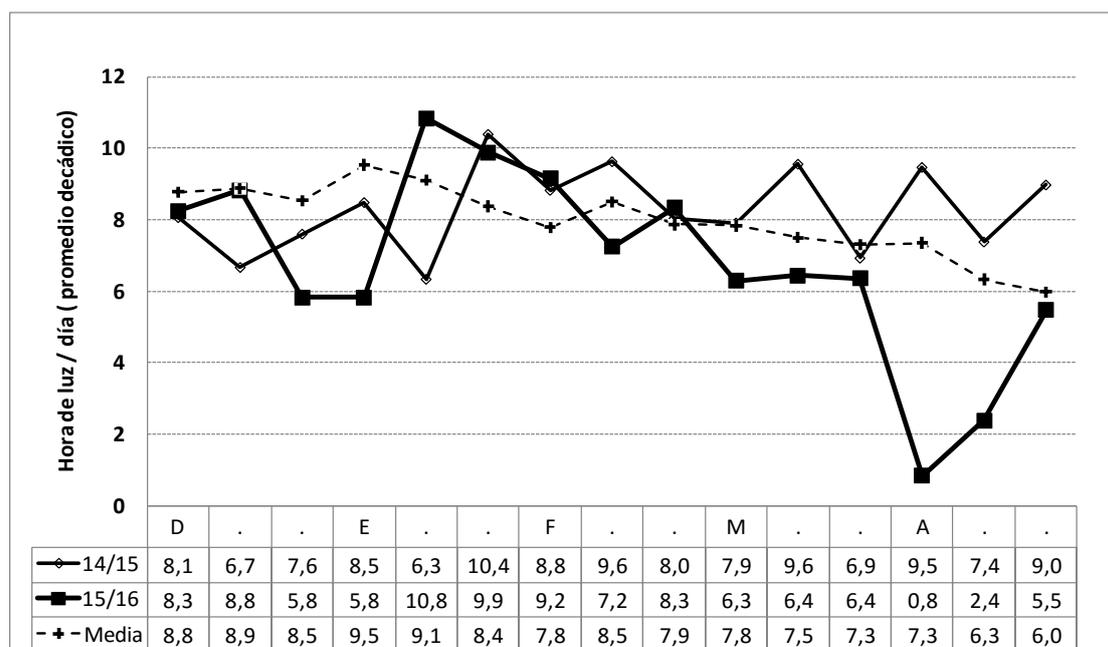
**Tabla 6** - Suma de horas luz para los períodos críticos de cada época de siembra y para los entornos Octubre-Diciembre y Enero-Marzo (medias históricas y zafra 14/15 y 15/16).

| SITIO | PARAMETROS         | Des. Veg.<br>Oct.-Dic. | Des.Rep<br>En.-Mar. | Período Crítico |            |            |
|-------|--------------------|------------------------|---------------------|-----------------|------------|------------|
|       |                    |                        |                     | 1ra época       | 2da. época | 3ra. época |
| TBO   | Media              | 736                    | 716                 | 450             | 346        | 304        |
|       | <b>Zafra 15/16</b> | <b>606</b>             | <b>653</b>          | <b>415</b>      | <b>371</b> | <b>310</b> |
|       | Zafra 14/15        | 652                    | 772                 | 434             | 362        | 328        |
|       | Difer % (Z-M)/M    | -18                    | -9                  | -8              | 7          | 2          |
|       | Dif. Hs.sol/día    | -1,4                   | -0,7                | -0,8            | 0,6        | 0,2        |
| SALTO | Media              | 784                    | 775                 | 389             | 373        | 336        |
|       | <b>Zafra 15/16</b> | <b>620</b>             | <b>745</b>          | <b>333</b>      | <b>365</b> | <b>351</b> |
|       | Zafra 14/15        | 695                    | 755                 | 338             | 348        | 365        |
|       | Difer % (Z-M)/M    | -21                    | -4                  | -14             | -2         | 4          |
|       | Dif. Hs.sol/día    | -1,8                   | -0,3                | -1,3            | -0,2       | 0,4        |

Difer. % (Z-M)/M = indica las horas de luz de diferencia entre la medida de la zafra actual y la serie histórica, expresado como porcentaje de la media.

Dif. Hs.sol/día = indica las horas de luz de diferencia por día entre la medida de la zafra actual y la serie histórica.

Períodos críticos: PC1, 40 días desde 20/12; PC2, 40 días desde 30/12; PC3, 40 días desde 20/01.



**Figura 9** - Heliofanía (horas de luz/día, promedio década) del período Diciembre a Abril para Tacuarembó.

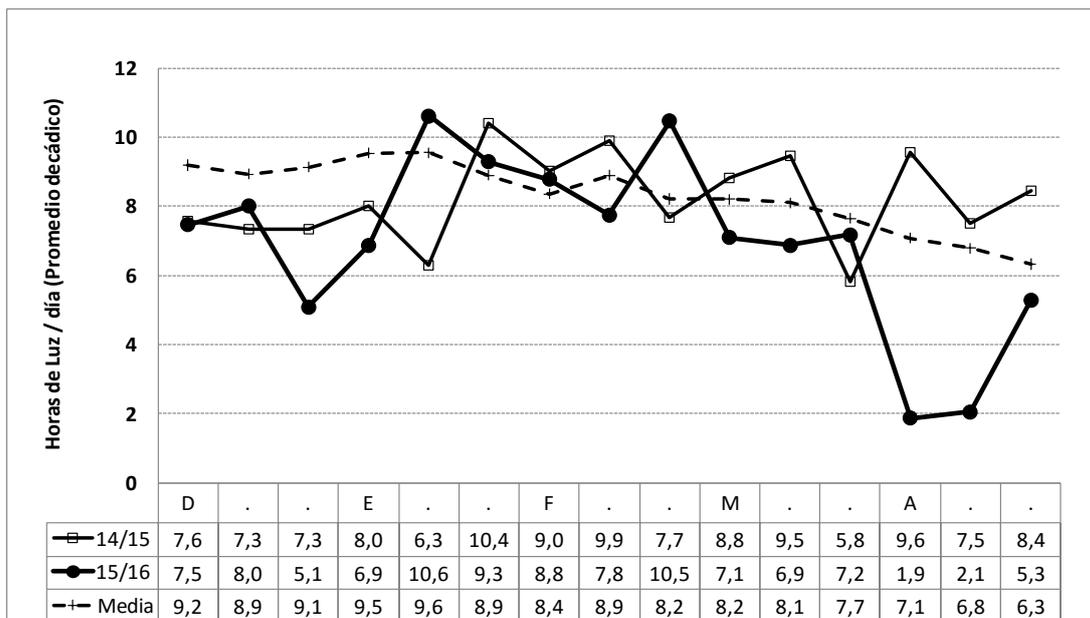


Figura 10 - Heliofanía (horas de luz/día, promedio década) del período Diciembre a Abril para Salto.

#### GRADOS DÍA- Simulación para INIA Olimar.

El arroz responde a la acumulación térmica para desarrollar su ciclo de vida, cumpliendo su fenología en la medida que acumula “grados de calor”. Es por ello que la misma variedad sembrada en distintas épocas va a cumplir su ciclo en tiempos diferentes, dato importante ya que varias prácticas de manejo del cultivo están asociadas a su fenología (manejo del riego, fertilización, control de malezas y enfermedades). Aquí presentamos un ejercicio que nos muestra cuán diferentes pueden llegar a ser esos ciclos, utilizando los datos reales de clima de la zafra de Bella Unión, Salto y Tacuarembó, para el cultivar INIA Olimar, en base a las unidades térmicas que este requiere según estudios realizados por INIA Treinta y Tres (Roel y Méndez, 2005). En la medida que tengamos información de clima en tiempo real, será posible prever con mayor precisión el momento en que van a ocurrir estos eventos fenológicos, facilitando quizás el manejo de las chacras.

En las Tablas 7 a 9 se presentan los tiempos que necesita este cultivar para cumplir con sus etapas fenológicas (macollaje, primordio floral, 50% floración y madurez fisiológica) según varias fechas de emergencia (del 10/9 al 1/12) en las cuatro localidades mencionadas.

Tabla 7 - Fechas estimadas para que INIA Olimar cumpla las etapas fenológicas según distintas fechas de emergencia, Tacuarembó, zafra 2015/2016, y diferencia en días con la zafra 2014/2015.

| INIA Olimar | Inic Macoll    |               | Prim floral |               | 50% flor  |               | Mad fisiologica |               | 15/16     |            |
|-------------|----------------|---------------|-------------|---------------|-----------|---------------|-----------------|---------------|-----------|------------|
|             | Fecha de emerg | 2015-2016     | Dias        | 2015-2016     | Dias      | 2015-2016     | Dias            | 2015-2016     |           | Dias       |
|             | 10-sep         | 20-oct        | 40          | 13-dic        | 54        | 11-ene        | 29              | 13-feb        | 33        | 156        |
|             | 20-sep         | 23-oct        | 33          | 15-dic        | 53        | 12-ene        | 28              | 14-feb        | 33        | 147        |
|             | 01-oct         | 31-oct        | 30          | 21-dic        | 51        | 17-ene        | 27              | 18-feb        | 32        | 140        |
|             | <b>10-oct</b>  | <b>08-nov</b> | <b>29</b>   | <b>25-dic</b> | <b>47</b> | <b>20-ene</b> | <b>26</b>       | <b>21-feb</b> | <b>32</b> | <b>134</b> |
|             | <b>20-oct</b>  | <b>11-nov</b> | <b>22</b>   | <b>28-dic</b> | <b>47</b> | <b>22-ene</b> | <b>25</b>       | <b>24-feb</b> | <b>33</b> | <b>127</b> |
|             | 01-nov         | 22-nov        | 21          | 03-ene        | 42        | 29-ene        | 26              | 02-mar        | 33        | 122        |
|             | 10-nov         | 29-nov        | 19          | 08-ene        | 40        | 03-feb        | 26              | 08-mar        | 34        | 119        |
|             | 20-nov         | 09-dic        | 19          | 15-ene        | 37        | 09-feb        | 25              | 17-mar        | 37        | 118        |
|             | 01-dic         | 16-dic        | 15          | 21-ene        | 36        | 15-feb        | 25              | 26-mar        | 40        | 116        |

| Diferencia entre 2015/2016 y 2014/2015 |        |        |       |       |
|--|--------|--------|-------|-------|
| INIA Olimar                            |        |        |       |       |
| a mac                                  | a prim | a flor | a mad | total |
| 10                                     | 7      | 0      | 0     | 17    |
| 7                                      | 9      | -1     | 0     | 15    |
| 8                                      | 7      | 1      | -2    | 14    |
| 11                                     | 4      | -1     | -2    | 12    |
| 5                                      | 7      | -2     | 0     | 10    |
| 4                                      | 3      | 1      | -1    | 7     |
| 4                                      | 3      | 0      | 0     | 7     |
| 3                                      | 2      | 0      | 3     | 8     |
| 2                                      | 1      | -1     | 6     | 8     |

**Tabla 8.** Fechas estimadas para que INIA Olimar cumpla las etapas fenológicas según distintas fechas de emergencia, Salto, zafra 2015/2016, y diferencia en días con la zafra 2014/2015.

| INIA Olimar | Inicio Macollaje |               | Primordio floral |               | 50% floracion |               | Madurez fisiologica |               | dias tot  |            |
|-------------|------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|-----------|------------|
|             | Fecha de en      | 2015-2016     | Dias             | 2015-2016     | Dias          | 2015-2016     | Dias                | 2015-2016     |           | Dias       |
|             | 10-sep           | 06-oct        | 26               | 27-nov        | 52            | 25-dic        | 28                  | 22-ene        | 28        | 134        |
|             | 20-sep           | 15-oct        | 25               | 02-dic        | 48            | 28-dic        | 26                  | 25-ene        | 28        | 127        |
|             | 01-oct           | 26-oct        | 25               | 08-dic        | 43            | 02-ene        | 25                  | 30-ene        | 28        | 121        |
|             | <b>10-oct</b>    | <b>31-oct</b> | <b>21</b>        | <b>13-dic</b> | <b>43</b>     | <b>06-ene</b> | <b>24</b>           | <b>03-feb</b> | <b>28</b> | <b>116</b> |
|             | <b>20-oct</b>    | <b>08-nov</b> | <b>19</b>        | <b>17-dic</b> | <b>39</b>     | <b>10-ene</b> | <b>24</b>           | <b>06-feb</b> | <b>27</b> | <b>109</b> |
|             | 01-nov           | 17-nov        | 16               | 25-dic        | 38            | 17-ene        | 23                  | 13-feb        | 27        | 104        |
|             | 10-nov           | 25-nov        | 15               | 30-dic        | 35            | 21-ene        | 22                  | 18-feb        | 28        | 100        |
|             | 20-nov           | 05-dic        | 15               | 07-ene        | 33            | 28-ene        | 21                  | 25-feb        | 28        | 97         |
|             | 01-dic           | 13-dic        | 12               | 14-ene        | 32            | 04-feb        | 21                  | 04-mar        | 29        | 94         |

| Diferencia entre 2015/2016 y 2014/2015 |        |        |       |       |
|--|--------|--------|-------|-------|
| INIA Olimar                            |        |        |       |       |
| a mac                                  | a prim | a flor | a mad | total |
| 0                                      | 11     | 0      | -5    | 6     |
| 4                                      | 8      | -2     | -5    | 5     |
| 7                                      | 4      | -3     | -3    | 5     |
| 5                                      | 4      | -2     | -4    | 3     |
| 6                                      | 1      | -3     | -5    | -1    |
| 1                                      | 1      | -2     | -5    | -5    |
| 1                                      | -1     | -2     | -5    | -7    |
| 1                                      | -2     | -2     | -6    | -9    |
| -1                                     | -1     | -3     | -5    | -10   |

**Tabla 9** - Fechas estimadas para que INIA Olimar cumpla las etapas fenológicas según distintas fechas de emergencia, Bella Unión, zafra 2015/2016, y diferencia en días con la zafra 2014/2015.

| Fecha de emergencia | Inicio Macollaje |           | Primordio floral |           | 50% floración |           | Madurez fisiológica |           | días tot   |
|---------------------|------------------|-----------|------------------|-----------|---------------|-----------|---------------------|-----------|------------|
|                     | 2015-2016        | Días      | 2015-2016        | Días      | 2015-2016     | Días      | 2015-2016           | Días      |            |
| 10-sep              | 02-oct           | 22        | 23-nov           | 52        | 21-dic        | 28        | 20-ene              | 30        | 132        |
| 20-sep              | 12-oct           | 22        | 28-nov           | 47        | 26-dic        | 28        | 23-ene              | 28        | 125        |
| 01-oct              | 24-oct           | 23        | 06-dic           | 43        | 01-ene        | 26        | 29-ene              | 28        | 120        |
| <b>10-oct</b>       | <b>30-oct</b>    | <b>20</b> | <b>12-dic</b>    | <b>43</b> | <b>05-ene</b> | <b>24</b> | <b>03-feb</b>       | <b>29</b> | <b>116</b> |
| <b>20-oct</b>       | <b>07-nov</b>    | <b>18</b> | <b>16-dic</b>    | <b>39</b> | <b>09-ene</b> | <b>24</b> | <b>07-feb</b>       | <b>29</b> | <b>110</b> |
| 01-nov              | 17-nov           | 16        | 25-dic           | 38        | 16-ene        | 22        | 14-feb              | 29        | 105        |
| 10-nov              | 25-nov           | 15        | 30-dic           | 35        | 21-ene        | 22        | 19-feb              | 29        | 101        |
| 20-nov              | 05-dic           | 15        | 07-ene           | 33        | 28-ene        | 21        | 26-feb              | 29        | 98         |
| 01-dic              | 14-dic           | 13        | 14-ene           | 31        | 05-feb        | 22        | 06-mar              | 30        | 96         |

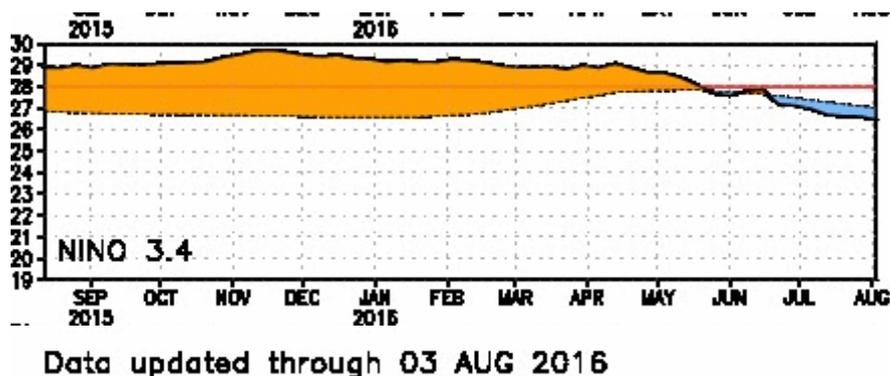
| Diferencia entre 2015/2016 y 2014/2015 |        |        |       |       |
|--|--------|--------|-------|-------|
| INIA Olimar                            |        |        |       |       |
| a mac                                  | a prim | a flor | a mad | total |
| -1                                     | 13     | 0      | -4    | 8     |
| 3                                      | 8      | 2      | -6    | 7     |
| 7                                      | 5      | 0      | -5    | 7     |
| 5                                      | 7      | -3     | -2    | 7     |
| 6                                      | 2      | -3     | -2    | 3     |
| 1                                      | 4      | -4     | -1    | 0     |
| 2                                      | 0      | -2     | -2    | -2    |
| 2                                      | -2     | -2     | -2    | -4    |
| 1                                      | -3     | -1     | -1    | -4    |

## FENÓMENO “EL NIÑO – LA NIÑA”: DIAGNÓSTICO A AGOSTO DE 2016.

Adrian Cal<sup>10</sup>, Agustín Giménez<sup>11</sup>, Guadalupe Tiscornia<sup>12</sup>

El fenómeno conocido comúnmente como “El Niño” o más técnicamente como “ENOS” (El Niño Oscilación Sur), refiere a cambios en las corrientes oceánicas en las costas de América y a la alteración del sistema global océano-atmósfera que se origina en el Océano Pacífico Ecuatorial (una franja oceánica cercana al Ecuador). Este fenómeno se presenta generalmente a intervalos de dos a siete años y se caracteriza porque la superficie del mar y la atmósfera sobre él presentan una condición anormal. En general la ocurrencia del fenómeno “ENOS” se diagnostica en base a la temperatura de la superficie de determinada zona del océano Pacífico Ecuatorial. Cuando en dicha zona la temperatura superficial del océano se encuentra en determinados valores por encima de los valores normales (anomalías positivas), se diagnostica “EL NIÑO” y cuando la temperatura se encuentra en determinados valores por debajo de los valores normales (anomalías negativas) se diagnostica “LA NIÑA”.

En base a información brindada por el Centro de Predicción de Clima (CPC) de la NOAA, se está constatando a agosto de 2016 una tendencia decreciente de la temperatura superficial del Océano Pacífico en la zona relacionada con el fenómeno El Niño - La Niña, con valores por debajo del promedio histórico, es decir anomalías negativas. En la figura 1, la línea negra indica la evolución de la temperatura superficial del océano Pacífico desde setiembre de 2015 a principios de agosto de 2016 y la roja el promedio histórico.



### CLIMATE PREDICTION CENTER/NCEP

**Figura 1** - Evolución de la temperatura superficial del océano Pacífico Tropical (zona El Niño 3.4) desde setiembre de 2015 a agosto de 2016.

Esta evolución decreciente de la temperatura de superficie del océano Pacífico (zona Niño 3.4) de acuerdo al pronóstico elaborado por el Instituto Internacional de Investigación en Clima y Sociedad (IRI) de la Universidad de Columbia de los Estados Unidos de Norteamérica, estaría indicando una probabilidad de 50 a 60% de ocurrencia del fenómeno “LA NIÑA” para la primavera-verano 2016-17 (Figura 2, columnas azules).

<sup>10</sup> Ing.Agr., Unidad de Agroclima y sistemas de información (GRAS), INIA.

<sup>11</sup> MSc., Unidad de Agroclima y sistemas de información (GRAS), INIA.

<sup>12</sup> MSc., Unidad de Agroclima y sistemas de información (GRAS), INIA.

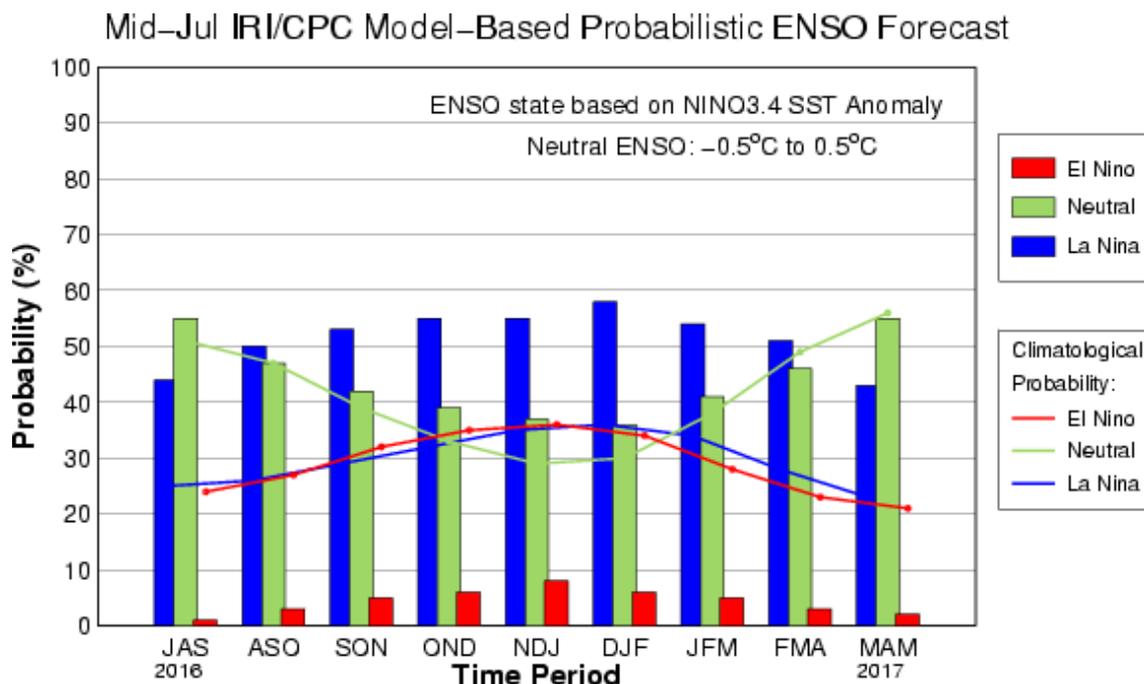


Figura 2 - Estimación de probabilidades de ocurrencia de “El Niño – La Niña”.

En nuestro país, generalmente el fenómeno “La Niña” puede causar ocurrencia de precipitaciones por debajo de lo normal, más frecuentemente en primavera tardía e inicios de verano (con mayor probabilidad en los meses de noviembre y diciembre). Algunos análisis realizados por la Unidad GRAS muestran que en el 80% de años diagnosticados como La Niña, las precipitaciones acumuladas de Octubre – Noviembre – Diciembre estuvieron por debajo de lo normal.

El fenómeno de La Niña, también puede ocasionar que la temperatura del aire promedio sea más baja que lo normal durante la primavera y la ocurrencia de heladas tardías.

Cabe puntualizar que la posibilidad de ocurrencia de los fenómenos climáticos mencionados es en términos de “probabilidades” y NO DE CERTEZA ABSOLUTA. O sea, existen mayores probabilidades de que ocurran, pero pueden ser de magnitud muy menor o no ocurrir. Es así que hubo años diagnosticados como “La Niña” en los cuales no se registraron condiciones climáticas fuera de lo normal.

Así mismo, los eventos climáticos (precipitaciones menores que lo normal, heladas tardías) no necesariamente deben manifestarse en todo el país. La mayoría de las veces han ocurrido en áreas no generalizadas a todo el territorio nacional.

Más información (perspectivas climáticas, monitoreo de situación de estado de la vegetación y agua en el suelo, datos de variables climáticas, etc.) puede encontrarse en el sitio:

<http://www.inia.uy/investigación-e-innovación/unidades/GRAS>

### III) MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS

#### INDICE VERDE (NDVI), INDICADOR DEL STATUS NITROGENADO DEL CULTIVO<sup>13</sup>

C. Marchesi<sup>14</sup>, J. Castillo<sup>15</sup>

**PALABRAS CLAVES:** nitrógeno en planta; NNI; rendimiento.

#### INTRODUCCION

La toma de decisiones acerca de la mejor forma de fertilizar el cultivo de arroz en nuestras condiciones se ha facilitado con la propuesta *Fertiliz-Arr* (Castillo et al, 2015). Sin embargo, continuamos con la búsqueda de un mejor ajuste en la utilización de los Indicadores objetivos para lograr incrementar la eficiencia de utilización del nitrógeno. Como resultado de la investigación local, los Indicadores que más se alinean con la respuesta en rendimiento del cultivo son el PMN (potencial de mineralización de nitrógeno) para la previsión al macollaje y el N absorbido para el primordio (Castillo et al, 2014). Los valores críticos establecidos fueron de 54 mg/kg de NH<sub>4</sub> y de 51kg/ha de N absorbido para ambos momentos, respectivamente; por encima de esos valores la probabilidad de encontrar respuesta en rendimiento al agregado de N es baja.

La obtención del valor del N absorbido a primordio resulta compleja operativamente, ya sea por la oportunidad de hacerlo así como por el muestreo en sí, por lo que sería muy conveniente contar con algún parámetro que esté altamente relacionado pero más sencillo de obtener.

El Índice Verde conocido como NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), es un parámetro que se ha relacionado con el status nitrogenado, contenido de clorofila, biomasa verde y rendimiento en pasturas y cultivos (Cao et al, 2016). Se calcula como la relación entre las radiaciones del Infrarrojo cercano –NIR- y del Rojo –R-, normalizadas:  $NIR-R/NIR+R$ . Debido a su normalización, los rangos de medición del NDVI se encuentran entre -1 y 1, siendo los valores más altos (0,7-0,8) indicadores de plantas en las mejores condiciones. Los suelos descubiertos generan valores positivos bajos (0,1 a 0,2), y el agua libre valores que van desde -0,1 hasta 0,1 ó 0,2. Si bien no se ha generalizado su utilización en el cultivo de arroz como en otros cultivos de secano, pensamos que pueda ser de utilidad evaluar este índice como indicador del estado nutricional del cultivo a primordio.

Sin embargo, podríamos encontrar algunos inconvenientes con este índice, dada la reflexión del agua en el momento del primordio si el canopeo no está cerrado, o problemas de saturación del sensor cuando la biomasa o el % N en planta son elevados. Ya hay algunas pruebas con otros sensores de tres bandas que aparentemente responden mejor que el NDVI. Además se está trabajando para relacionar dichos índices con un parámetro llamado NNI (Índice nutricional de Nitrógeno), estrechamente relacionado al N absorbido pero que se independiza del momento exacto del primordio, lo que levantaría la restricción anteriormente mencionada.

**Objetivo:** Determinar si el Índice Verde (NDVI) es un buen indicador del estatus nitrogenado del cultivo de arroz a primordio.

#### MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se realizaron en chacras de productores a quienes agradecemos su disposición, así como a sus técnicos de referencia. Los sitios correspondieron a las zonas de Pueblo del Barro; Cerro Cardozo y Paso Casildo (Tacuarembó). Detalle de antecedentes, análisis de suelo y manejo de cultivos se presentan en el Cuadro 1. Se

<sup>13</sup> Trabajo de Tesis de grado de FAGRO de los Bach. Francisco Aguirre y Lucas Urban.

<sup>14</sup> PhD, Programa Nacional de Investigación en Arroz, INIA Tacuarembó; [cmarchesi@tb.inia.org.uy](mailto:cmarchesi@tb.inia.org.uy)

<sup>15</sup> Ing. Agr. Programa Nacional de Investigación en Arroz, INIA Treinta y Tres; [jcastillo@tyt.inia.org.uy](mailto:jcastillo@tyt.inia.org.uy)

aplicaron tratamientos de fertilización nitrogenada diferencial al macollaje y primordio según se detalla en Cuadro 2. Las parcelas eran de 4m\*8m, dispuestas en bloques al azar y con 3 repeticiones.

**Cuadro 1** - Historia de chacra, manejo de los cultivos y análisis de suelo (potencial de mineralización de nitrógeno (PMN, mg NH<sub>4</sub>. kg<sup>-1</sup> suelo), fósforo (P por ácido cítrico, en ppm) y potasio (K, meq 100 g<sup>-1</sup>).

|                                       | <b>Pueblo del Barro</b>            | <b>Cerro Cardozo</b>                  | <b>Paso Casildo</b>                   |
|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Historia chacra</b>                | Retorno largo pradera              | Rastrojo                              | Campo nuevo                           |
| <b>Varietal</b>                       | INIA Merín, 170 kg/ha              | INIA Merín, 140 kg/ha                 | INIA Merín, 140 kg/ha                 |
| <b>Siembra</b>                        | 5/10/15                            | 6/10/15                               | 20/10/15                              |
| <b>Fert. basal</b>                    | 18-46 a 50 kg/ha +<br>KCl 50 kg/ha | 5-25-25 a 100 kg/ha +<br>KCl 50 kg/ha | 5-25-25 a 120 kg/ha +<br>KCl 50 kg/ha |
| <b>Fert. complementaria</b>           | KCl 70 kg/ha                       | KCl 40 kg/ha                          | KCl 100 kg/ha                         |
| <b>Macollaje<br/>Ensayo*</b>          | Urea 125 kg/ha<br>13/11            | Urea 120 kg/ha<br>13/11               | Urea 60 kg/ha<br>20/11                |
| <b>Primordio<br/>ensayo</b>           | 28/12                              | 08/01                                 | 08/01                                 |
| <b>PMN (mg de NH<sub>4</sub> /kg)</b> | 12                                 | 25                                    | 33                                    |
| <b>K (meq/100g)</b>                   | 0,21                               | 0,39                                  | 0,11                                  |
| <b>P Ac. Cítrico (ppm P)</b>          | 13                                 | 7                                     | 9                                     |

\*según PMN y antecesor (Fertiliz-Arr). Análisis realizado en LAAL o facilitado por los productores

**Cuadro 2** - Detalle de los tratamientos de nitrógeno aplicados a macollaje y primordio.

| <b>Tratamientos</b> | <b>Nomenclatura</b> | <b>Macollaje</b> | <b>Primordio</b>   |
|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| 1                   | Testigo             | 0                | 0                  |
| 2                   | PMN                 | Según PMN        | 0                  |
| 3                   | Indicadores         | Según PMN        | Según N prim       |
| 4                   | PMN + Np/2          | Según PMN        | Según N prim / 2   |
| 5                   | PMN + Np*2          | Según PMN        | Según N prim *2    |
| 6                   | Plus                | Según PMN + 30%  | Según N prim + 30% |

Se realizaron determinaciones de materia seca (kg/ha), contenido de nitrógeno en planta (%), Índice Verde utilizando el Trimble® GreenSeeker® (NDVI), altura de planta (cm) y cobertura (<http://www.canopeoapp.com>) (%) durante el ciclo del cultivo (macollaje, primordio y 15 días post primordio), rendimiento en grano de arroz y componentes de rendimiento. El análisis estadístico de la información se hizo a través de ANOVAs y se construyeron regresiones, utilizando el programa estadístico Infostat ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)).

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

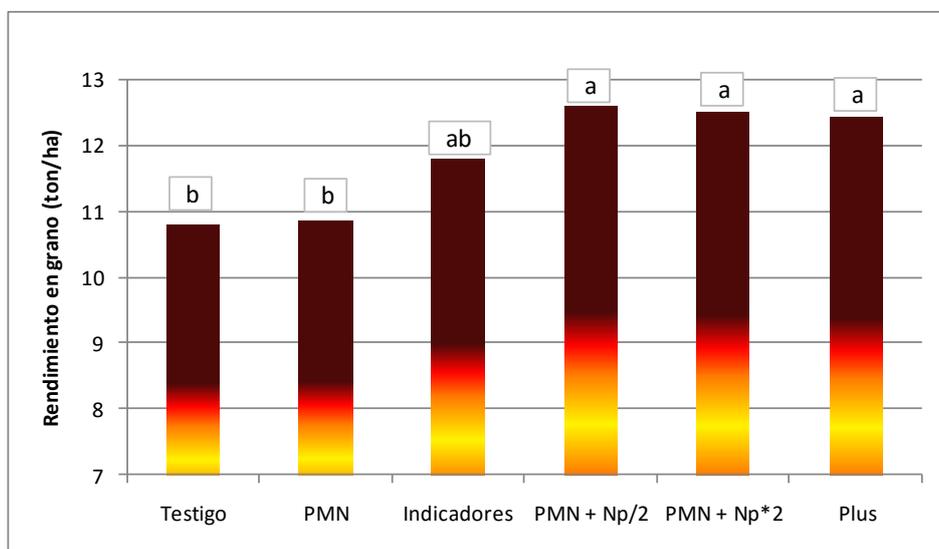
A raíz de los tratamientos aplicados se observaron respuestas en todos los parámetros estudiados, aunque en algunos casos estas diferencias estén dadas solo por la baja performance del testigo sin nitrógeno (Cuadro 3). En esta primera base de datos, el NDVI estaría marcando la deficiencia de N en el cultivo a primordio, aunque presenta una importante variabilidad en sus valores que puede confundir al momento de utilizarlo.

**Cuadro 3** - Resultado del ANOVA para las variables contenido de nitrógeno en planta y NDVI a primordio y post primordio, y altura de planta post primordio, INIA Merín, ensayos 2015-2016.

| Tratamientos | Nit pr  | NDVI pr | Nit pos | NDVI pos | Altura  |
|--------------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Testigo      | 29,7 a  | 0,43 b  | 57,9 d  | 0,50 b   | 72,1 b  |
| PMN          | 36,2 ab | 0,50 ab | 65,3 cd | 0,56 ab  | 76,2 ab |
| Indicadores  |         |         | 77,5 bc | 0,60 a   | 80,4 a  |
| PMN + Np/2   |         |         | 74,3 cd | 0,58 a   | 79,5 a  |
| PMN + Np*2   |         |         | 95,7 ab | 0,60 a   | 82 a    |
| Plus         | 46,0 b  | 0,52 a  | 97,4 a  | 0,59 a   | 80 a    |
| MEDIA        | 37,3    | 0,48    | 78,0    | 0,57     | 78,4    |
| CV (%)       | 26%     | 13%     | 23%     | 12%      | 8%      |
| p-valor      | ***     | **      | ***     | **       | **      |

Nit pr: contenido de nitrógeno en hojas y tallos a primordio; NDVI pr: índice verde a primordio; Nit pos: contenido de nitrógeno en hojas y tallos post primordio; NDVI pos: índice verde post primordio. p-valor: significancia de tratamientos, \*\*: al 5%; \*\*\*: al 1%

En cuanto a rendimiento, se observa una tendencia de INIA Merín a responder a fertilizaciones a primordio (Figura 1), sin diferenciarse entre las dosis utilizadas en ese momento. Destacamos que hubo variaciones importantes entre los ensayos.

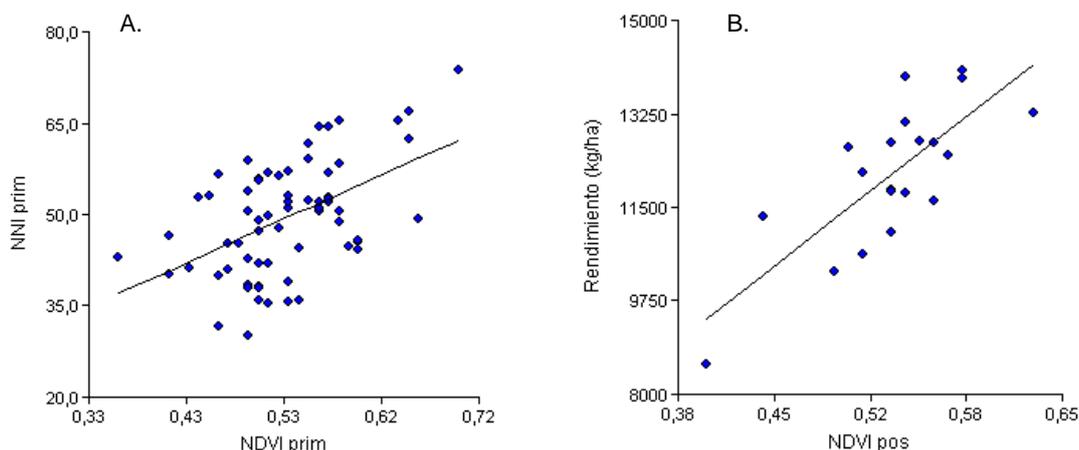


**Figura 1** - Rendimiento en grano promedio de los tres ensayos según tratamientos de nitrógeno aplicados a macollaje y primordio, INIA Merín, 2015-2016.

Explorando otros parámetros como el Índice nutricional de nitrógeno (NNI) mencionado por Sheehy et al (1998) y Cao et al (2016), obtuvimos relaciones interesantes que pensamos vale la pena profundizar (Cuadro 4 y Figuras 2A y 2B). Este parámetro nos permitiría precisar mejor el estado nutricional del cultivo en un rango de ciclo más amplio que el momento de primordio. La relación entre NDVI y el NNI a primordio es positiva y significativa, aunque para mejorar el ajuste debemos de levantar algunas limitantes: el número y rango de datos/momentos, así como la precisión de la medición con el sensor (altura sobre el canopeo). Por otro lado, el NDVI post primordio parece ser un buen indicador del rendimiento en grano; este dato puede ser de utilidad para el sector.

**Cuadro 4** - Relaciones establecidas entre NDVI y NNI a primordio, y NDVI post primordio con rendimiento, INIA Merín, 2015-2016.

| Variables |        | p-valor | R <sup>2</sup> | N  |
|-----------|--------|---------|----------------|----|
| NDVI pr   | NNI pr | ***     | 0,26           | 68 |
| NDVI pos  | REND   | ***     | 0,58           | 20 |



**Figuras 2** - A. Relación entre NDVI y NNI a primordio, y B. NDVI post primordio con rendimiento, INIA Merín, 2015-2016.

Debemos de considerar que para estimar el NNI se aplican curvas de dilución de nitrógeno que están creadas para variedades de arroz indicas y japónicas pero en condiciones distintas a las nuestras (Sheehy et al, 1998; Ata-Ul-Karim et al, 2013). Sería importante crear dichas curvas para nuestras variedades y condiciones, de modo de tener mayor precisión en las estimaciones y posteriores recomendaciones. Con esta nueva información “local” y los indicios de que una herramienta como el NDVI u otro índice con mayor número de bandas pueda ser un buen estimador, tendríamos una herramienta práctica y confiable en la que basar nuestras recomendaciones de fertilización nitrogenada durante el ciclo del cultivo.

## BIBLIOGRAFIA

**ATA-UL-KARIM, S.T., YAO, X., LIU, X., CAO, W., ZHU, Y.** 2013. Development of critical nitrogen dilution curve of Japonica rice in Yangtze river Reaches. *Field Crops Research* 149, p. 149-158.

**CAO, Q., MIAO, Y., SHEN, J., YU, W., YUAN, F., CHENG, S., HUANG, S., WANG, H., YANG, W., LIU, F.** 2016. Improving in-season estimation of rice yield potential and responsiveness to topdressing nitrogen application with Crop Circle active crop canopy sensor. *Precision Agriculture* 17, p. 136-154.

**CASTILLO, J., TERRA, J., MENDEZ, R.** 2013. Fertilización N en base a indicadores objetivos. Treinta y Tres, INIA. Cap.3, p. 7-9 (Serie Actividades de Difusión 713).

**CASTILLO, J., VAZ, P., TERRA, J.** 2015. Fertiliz-Arr: Herramienta de ayuda para la toma de decisiones en la fertilización del cultivo de arroz. Treinta y Tres, INIA. Cap.2, p. 1-3 (Serie Actividades de Difusión 748).

**SHEEHY, J.E., DIONORA, M.J.A., MITCHELL, P.L., PENG, S., CASSMAN, K.G., LEMAIRE, G., WILLIAMS, R.L.** 1998. Critical nitrogen concentrations: implications for high-yielding rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in the tropics. *Field Crops Research* 59, p.31-41.

## CLOMAZONE: FACTORES AFECTANDO LA VOLATILIZACIÓN Y SU MANEJO.

J. Villalba<sup>16</sup>, M. Collazo<sup>17</sup>, N. Besil<sup>17</sup>, S. Rezende<sup>17</sup>, V. Cesio<sup>17</sup>

**PALABRAS CLAVES:** deriva secundaria, temperatura, humedad suelo.

### INTRODUCCIÓN

El herbicida clomazone es uno de los herbicidas de mayor uso en el cultivo de arroz, el área tratada con el herbicida en los últimos años ha fluctuado del 50 al 75%, aplicado en diferentes momentos y en mezclas con otros herbicidas. Las particularidades químicas del herbicida en relación a su presión de vapor, sumado a las condiciones del propio cultivo, intensifican las posibilidades de ocurrencia de volatilización que ocurre posteriormente, desde el cultivo y desde el agua y se constituyen en una problemática seria.

La complejidad en relación al movimiento de los agroquímicos en el ambiente, es reconocida, ya que ocurren procesos de pérdida continuos en diferentes compartimentos del mismo. Un producto que deriva o que se volatiliza puede volver al área de aplicación o a otras, contaminando incluso cursos de agua (Mueller, 2015, Criswell, 2005).

Aun cuando son pocas las denuncias oficiales por deriva de clomazone, se conoce que es responsable de daños a otros cultivos, al propio arroz por deriva en estadios sensibles, a pérdidas de diversidad en la flora y a cambios en el paisaje del lugar por desecación de árboles.

El proyecto FPTA 291 “Cuantificación de la deriva y de la eficacia de medidas de mitigación de Clomazone en el cultivo de arroz” pretende estimar la contribución de la deriva primaria y secundaria de clomazone en el cultivo de arroz. Se presentan los resultados preliminares en relación a estudios de deriva secundaria a través de la estimación de cantidad de clomazone en aire relacionados a factores como temperatura, condiciones de riego y tipo de formulación.

La deriva primaria también es de interés y es estudiada en el proyecto, aunque aún no se presentan resultados. La finalidad del trabajo es perfilar estrategias que manteniendo la eficacia en el control de malezas permitan la mitigación de la problemática de deriva.

Estos trabajos fueron realizados durante los años 2014 y 2015 en condiciones controladas en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la volatilización de clomazone fue realizada en condiciones controladas en invernadero, cada tratamiento fue colocado en un box individual, aislado, manteniendo la temperatura constante.

Los tratamientos en los que se evaluó la cantidad de clomazone volatilizado fueron, en el primer año, la combinación de 2 temperaturas (17 y 21°C), 2 condiciones de humedad de suelo (seco y saturado) y 2 formulaciones herbicidas. En el año 2, solamente se evaluó condiciones de humedad de suelo y formulaciones herbicidas, pero a temperatura de 28°C. Las temperaturas correspondientes a cada tratamiento, fueron mantenidas constantes en todo el periodo de evaluación.

En cada tratamiento, el herbicida en dosis de 480 g i.a. /ha, fue aplicado en 2 macetas de 60 cm x 37 cm que contenían 6 kg de suelo. La colecta de clomazone en aire se realizó a través de esponjas de poliuretano de poro

<sup>16</sup> Ing. Agr. Dr. Sc. Profesor Adjunto, Facultad de Agronomía. [villalba@fagro.edu.uy](mailto:villalba@fagro.edu.uy)

<sup>17</sup> Grupo de Análisis de Compuestos Traza (GACT). Departamento de Química del Litoral. CenUR Litoral Norte

fino (metodología validada previamente para la extracción de clomazone en aire) de 9 cm de diámetro, las cuales fueron colocadas inmediatamente luego de la aplicación, de forma suspendida sobre las macetas.

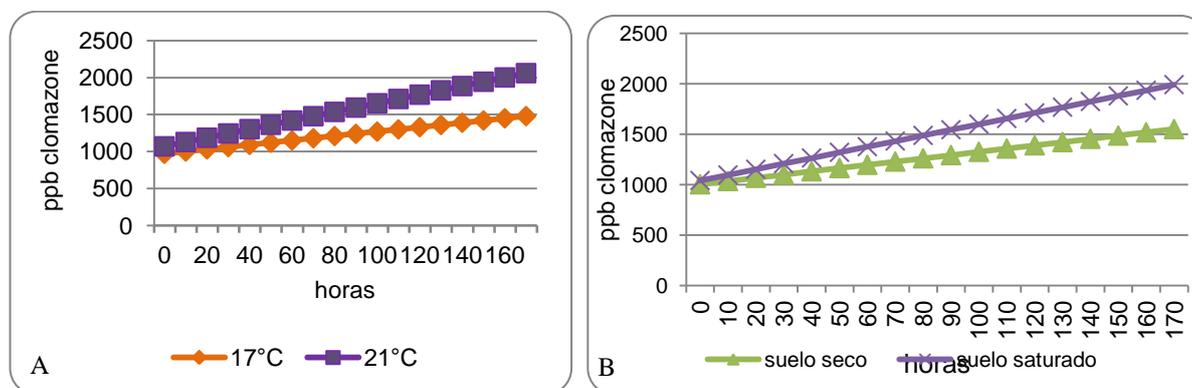
Los tiempos de evaluación fueron los diferentes momentos de extracción de los muestreadores a las 8, 24, 72, 168 y 336 horas post-aplicación. Luego fueron acondicionados en placas petri de vidrio, aisladas con papel film para su conservación en freezer hasta la determinación analítica en el Laboratorio de Análisis de Contaminantes Traza del Departamento de Química del Litoral, mediante HPLC-MS/MS. El rango de determinación de clomazone fue lineal de 2 µg/kg a 1600 µg/kg, presentó un coeficiente de correlación de 0,9999 en solvente y de 0,9997 en matriz. La exactitud y la precisión estuvo dentro de los rangos que establecen las guías de control de calidad de los laboratorios para el análisis de residuos de agroquímicos. Paralelamente, se determinaron los límites de detección (LOD) y cuantificación (LOQ) del método, siendo el LOD y el LOQ de 2 µg/kg.

También se evaluó el clomazone aplicado en un área de campo, con la misma metodología de esponjas, pero expuestas a la volatilización en condiciones ambientales, sometidas a las fluctuaciones diarias de temperatura.

El análisis estadístico se realizó para cada tiempo de evaluación considerando el factorial temperatura, riego y tipo de formulación herbicida. Además se analizaron las curvas para las distintas combinaciones de interés siguiendo un modelo de regresión lineal, modelizando la heterogeneidad de pendientes.

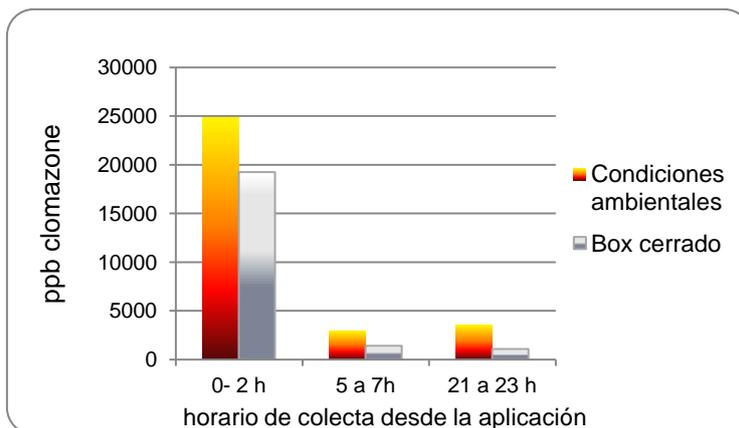
## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La liberación de clomazone/hora se ajustó a un modelo lineal para temperatura y humedad de suelo (Figuras 1 y 2), la estimación de clomazone en las esponjas, producto de su volatilización, en las primeras 24 horas fue 15% superior cuando la temperatura fue de 21°C comparada a la de 17°C y tan solo 8% superior en suelo saturado comparado al suelo seco. Estas variaciones a la semana se acentuaron, siendo de 39% por efecto de la temperatura y 28% por la humedad del suelo.



**Figura 1 - Clomazone en aire (ppb) hasta las 170 horas según temperatura (A) y humedad de suelo (B)**

La volatilización estuvo muy condicionada por la temperatura generada, que fue constante en todo el periodo experimental. En estimaciones con los colectores en campo, expuestos a condiciones ambientales naturales y de suelo seco, el pico de clomazone en las esponjas se dio para la colecta de 0- 2 horas post- aplicación (Figura 2). Por tanto, para minimizar la volatilización, las condiciones que deberían ser consideradas son las que ocurren en los primeros momentos post- aplicación.



**Figura 2** - Clomazone en aire (ppb) en condiciones de campo en los diferentes tiempos de colecta

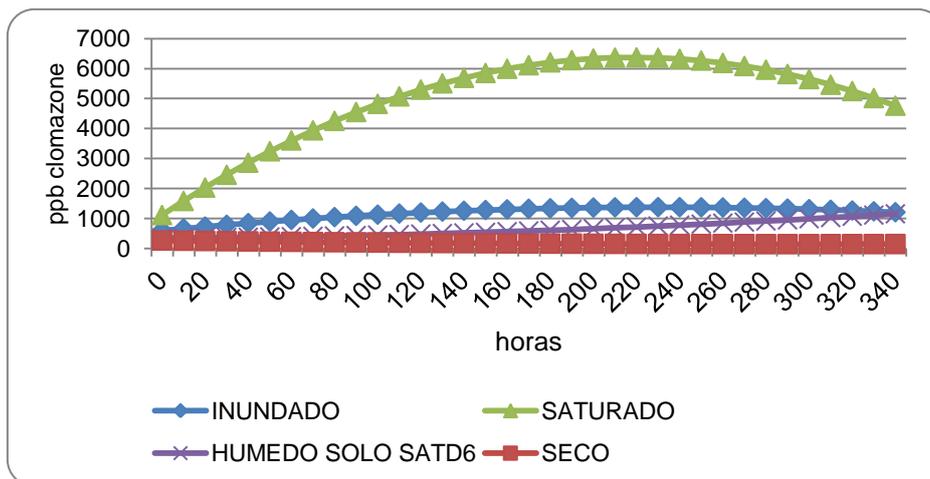
En relación al efecto del tipo de formulación, los resultados no son consistentes ni claros, porque en el primer año, la volatilización de la formulación ME fue significativamente menor, solo para la temperatura 17°C (Cuadro 1), pero en el año 2, con las evaluaciones a 28°C, el efecto fue el contrario (datos no presentados).

**Cuadro 1** - Clomazone en aire (ppb) acumulado a las 8 y 24 horas post- aplicación para la interacción formulación y temperatura.

|                | Hora 8   |         | Hora 24  |          |
|----------------|----------|---------|----------|----------|
|                | 17 °C    | 21 °C   | 17 °C    | 21 °C    |
| Formulación CE | 1190 a A | 881 a B | 1505 a A | 1340 a A |
| Formulación ME | 520 b B  | 882 a A | 814 b B  | 1308 a A |

Letras minúsculas compara medias en la columna y letras mayúsculas compara en la fila dentro de cada hora de evaluación (Tukey 0.05).

Cuando la volatilización fue evaluada a una temperatura de 28°C (Figura 3) el efecto fue solo del contenido de humedad del suelo y con respuestas cuadráticas hasta los 15 días para la condición de suelo saturado y de suelo inundado. El máximo total acumulado fue superior para el suelo saturado en 5, 4 y 24 veces comparado al suelo inundado, húmedo con posterior ingreso de agua a los 6 días y seco, respectivamente. Igualmente no puede considerarse la aplicación en suelo inundado como menos riesgosa, porque el clomazone en agua tiene una degradación dos veces más rápida que en suelo (Quayle et al., 2006). La degradación es mediada por rayos UV y es acelerada en solución, por tanto la degradación del producto sería mayor en agua. Además una condición de riego determina elevadas concentraciones de clomazone en el agua y es de preocupación por el riesgo que implica en la contaminación de cursos de agua (Carlomagno et al., 2010).



**Figura 3** - Clomazone en aire (ppb) acumulado hasta las 340 horas post- post- aplicación según condición de humedad del suelo.

## CONCLUSIONES

La aplicación de clomazone en condiciones de altas temperaturas, a partir de los 21°C, aceleran los procesos de pérdidas por volatilización.

En relación al impacto del tipo de formulación en minimizar la volatilización, no hay efectos claros, los resultados fueron inconsistentes y solo transitorios.

Aplicaciones en condiciones de suelo seco o apenas húmedo y que no reciban riego inmediatamente asegurarían una menor pérdida. Por ello sería conveniente evitar los baños inmediatos a la aplicación así como las condiciones en las que se prevean intensas lluvias.

## BIBLIOGRAFÍA

**CARLOMAGNO, M.; MATHO, C.; CANTOU, G.; SANBORN, J.R.; LAST, J.A.; HAMMOCK, B.D.; ROEL, A.; GONZA LEZ, D.; GONZÁ LEZ-SAPIENZA, G.** 2010. A Clomazone Immunoassay To Study the Environmental Fate of the Herbicide in Rice (*Oryza sativa*) Agriculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, p. 4367-4371.

**CRISWELL, J.** s.f. Pesticide and water. In: *Water Quality Handbook For Nurseries Oklahoma Cooperative Extension Service*. Consultado Oct.2015 Disponible en: <http://www.okstate.edu/ag/agedcm4h/pearl/e951/e951ch6.htm>.

**MUELLER, T.C.** 2015. Methods To Measure Herbicide Volatility. *Weed Science*, v. 63, n. 1, p. 116- 120.

**QUAYLE, W.C.; OLIVER, D.P.; ZRNA, S. HIGAR, M.P.; RAMOS ETCHEMENDY, N.** 2006. Field Dissipation and Environmental Hazard Assessment of Clomazone, Molinate, and Thiobencarb in Australian Rice Culture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, p. 7213- 7220.

## INSECTOS DEL CULTIVO Y SU ENTORNO: ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE CONSERVAR SU DIVERSIDAD?

L. Bao<sup>18</sup>, S. Martínez<sup>19</sup>, L. A. Casales<sup>20</sup>, M. P. Caraballo<sup>21</sup>, E. Castiglioni<sup>22</sup>,

**PALABRAS CLAVES:** biodiversidad, manejo integrado de plagas, control biológico.

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz está compuesto por hábitats acuáticos con una fase seca predecible. Por lo tanto, se pueden considerar estos cultivos como ecosistemas acuáticos estacionales, agronómicamente manejados con un grado variable de intensidad (Bambaradeniya, 2000). Más allá de la perturbación que representa la instalación del cultivo, el sistema de producción bajo inundación provee un ambiente transitorio que puede resultar beneficioso para la conservación de ciertos grupos de insectos, entre ellos los reguladores de las poblaciones de insectos plaga (Roger, 1996).

El control natural que ejercen predadores, parasitoides y patógenos de insectos se presenta como un servicio del propio ecosistema, proporcionado por la biodiversidad (Heinrichs y Barrion, 2004). En cultivos de arroz poco perturbados, la mayoría de las plagas son eficientemente suprimidas por poblaciones de enemigos naturales (predadores, parasitoides y entomopatógenos). La conservación de estos enemigos naturales es clave para un control de plagas estable. La mayoría de problemas de plagas para el cultivo de arroz ocurren cuando algunas medidas de manejo afectan estas poblaciones de enemigos naturales.

En base a este marco teórico y con el objetivo de caracterizar la diversidad de insectos y arañas en el cultivo de arroz y áreas naturales próximas, en el sistema de rotación con pasturas, se realizan estudios en cultivos de la zona este (Beca ANII POS\_NAC\_2012-4459 L. Bao). Se pretende disponer de información que permita plantear estrategias tendientes a incrementar la estabilidad y conservar la biodiversidad del cultivo y su entorno, minimizando el uso de insecticidas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En un estudio preliminar (diciembre 2012, febrero y marzo 2013) se muestreó el cultivo de arroz y sus áreas naturales contiguas, mediante el uso de red entomológica de 30cm de diámetro, en dos localidades (Chacra 1 y Chacra 2) del departamento de Treinta y Tres. En cada localidad se realizaron 2 transectas, cada una de las cuales consistió en 4 recorridos de 25 golpes realizados en línea recta desde el borde con vegetación espontánea hacia el interior del cultivo. Los individuos capturados fueron guardados en frascos con alcohol 70% y posteriormente clasificados a nivel de orden y familia. Dicha información fue ordenada a nivel de gremios.

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La abundancia relativa de los diferentes órdenes de insectos varió en relación al ambiente muestreado, siendo en general, más abundante y diverso el grupo de los dípteros (moscas, mosquitos y tábanos). Los hemípteros (chinchas, cigarritas, pulgones, etc.) fueron el segundo grupo más abundante (Figura 1). En el total del material colectado se registraron 57 familias correspondientes a 13 órdenes de insectos (Cuadro 1).

<sup>18</sup> Lic. MSc. Unidad de Entomología, Facultad de Agronomía, Av. Garzón 780, Montevideo.

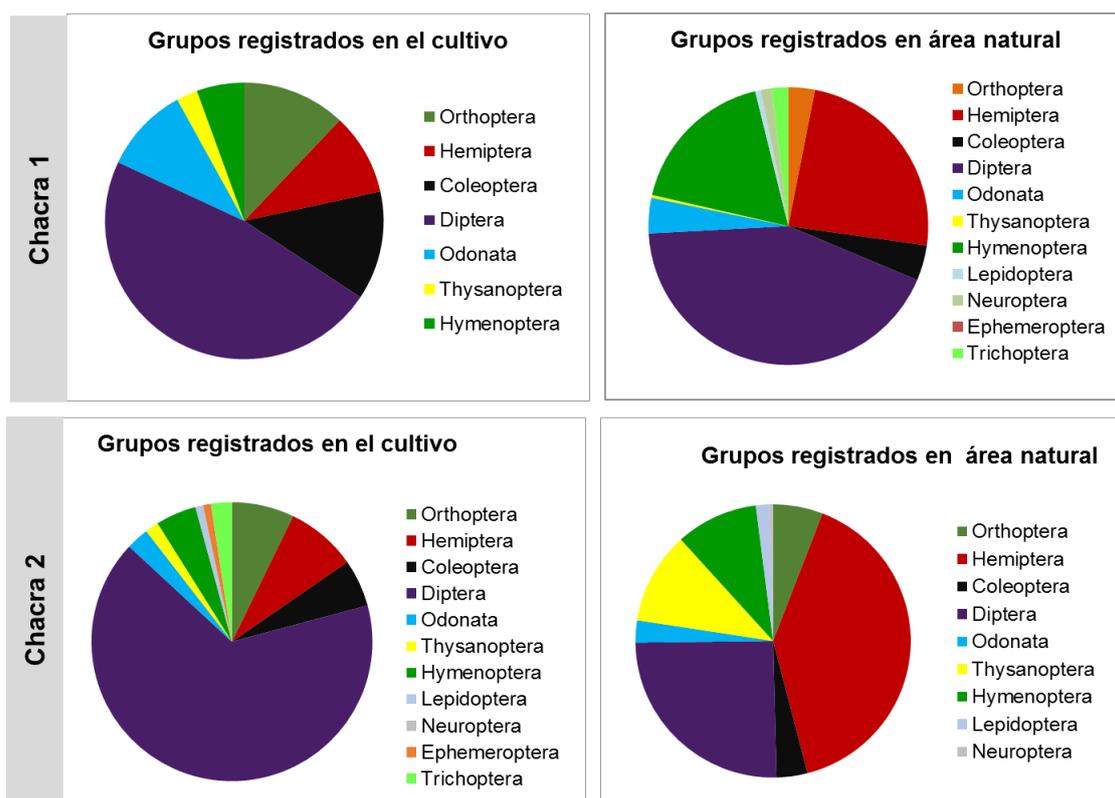
<sup>19</sup> Ing. Agr. Dr. INIA Treinta y Tres, Laboratorio de Patología Vegetal, Ruta 8 Km 281, CP33000, Treinta y Tres.

<sup>20</sup> Asistente de Investigación, Programa Arroz (hasta diciembre de 2015).

<sup>21</sup> Ing. Agr. Unidad de Entomología, Facultad de Agronomía, Av. Garzón 780, Montevideo.

<sup>22</sup> Ing. Agr. Dr. CURE- Rocha, Centro Universitario Regional Este, Universidad de la República,

Al analizar la composición de familias de dípteros para el cultivo de la Chacra 1 al momento del macollaje se registraron 11 familias (Figura 2A). La familia más abundante fue Chironomidae. Esta familia puede ser un grupo importante en la descomposición de detritos vegetales y es frecuentemente utilizado para evaluar la calidad ambiental (Nicacio y Juen, 2015). La segunda familia más abundante fue Dolichopodidae la cual está compuesta mayoritariamente por depredadores de pequeños insectos y otros artrópodos (Robinson and Vockerot, 1981). En el orden Hemiptera, para el mismo momento del cultivo se registraron 5 familias, todas ellas herbívoras (Figura 2B).

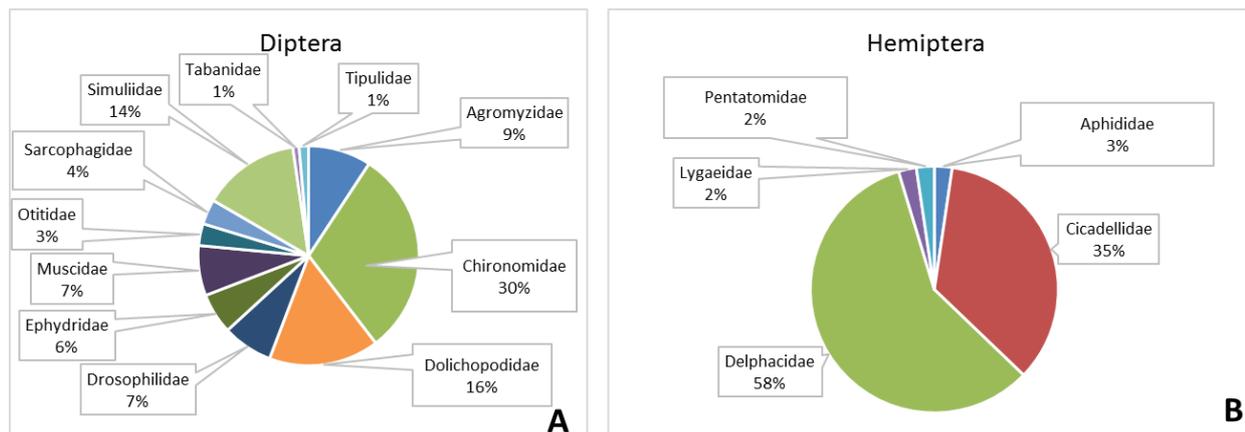


**Figura 1** - Abundancia relativa de los diferentes órdenes de insectos registrados en dos chacras de arroz y sus respectivas áreas naturales contiguas (relictos de monte nativo).

**Cuadro 1** - Órdenes y número de familias de insectos registrados en el total de los muestreos.

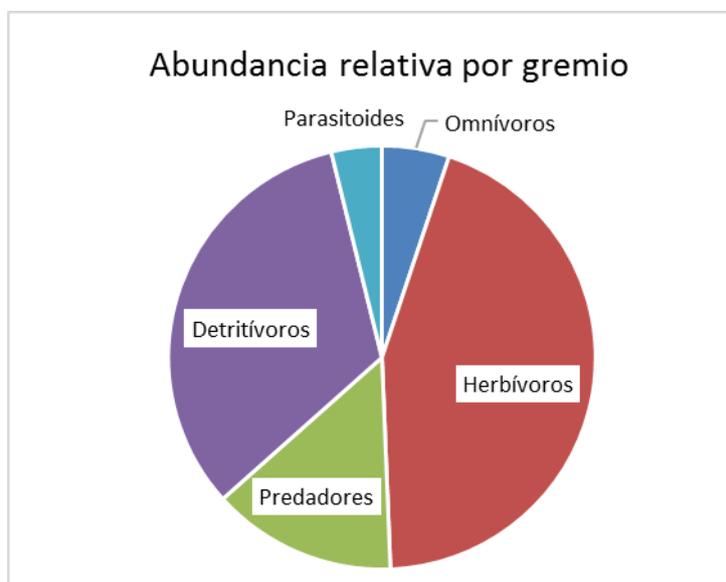
| Orden         | Número de familias |
|---------------|--------------------|
| Diptera       | 21                 |
| Hemiptera     | 12                 |
| Coleoptera    | 7                  |
| Orthoptera    | 4                  |
| Odonata       | 2                  |
| Thysanoptera  | 2                  |
| Hymenoptera   | 2*                 |
| Lepidoptera   | 2                  |
| Neuroptera    | 1                  |
| Ephemeroptera | 1                  |
| Trichoptera   | 1                  |
| Blattaria     | 1                  |
| Psocoptera    | 1                  |

\*Nota: No se incluyen los micro himenópteros



**Figura 2** - Abundancia relativa de familias de dípteros (A) y hemípteros (B) registrados al macollaje para la Chacra 1.

En el análisis de gremios, para el muestreo al macollaje en la Chacra 1, los herbívoros y los detritívoros fueron los grupos más abundantes (44% y 33% respectivamente, Figura 3). Sin embargo, es de destacar la presencia también de varios grupos de depredadores (14%) y algunos parasitoides (3,8%). Está bien documentado que el uso de insecticidas de amplio espectro tiene un efecto negativo sobre los enemigos naturales (Schoenly et al., 1996). El manejo de plagas dentro del cultivo debería considerar la complejidad de las comunidades de insectos presentes. Es importante que las medidas de control no se hagan extensivas a todo el cultivo sino en aquellos lugares (focos) donde se detecte la presencia de alguna plaga. De esta forma el efecto negativo sobre los posibles controladores se verá reducido solo a esos lugares y permitirá conservar los demás grupos ecológicos presentes tanto en el cultivo como en su entorno.



**Figura 3** - Abundancia relativa de los gremios registrados en el cultivo de arroz macollaje para la Chacra 1.

## CONCLUSIONES

La diversidad de grupos encontrados muestra que hay variabilidad en las funciones ecológicas que cumplen los mismos dentro del agroecosistema. Si bien se registran insectos herbívoros que podrían tener potencial de dañar a las plantas, hay otros grupos que tienen la capacidad de actuar como controladores. El sistema de producción

estudiado, en el que el arroz se cultiva en rotación con pasturas de composición vegetal heterogénea, se presenta como un ambiente que mantiene un balance favorable entre estos grupos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**BRAMBARADENIYA, C.N.B.** 2000. Ecology and biodiversity in an irrigated rice field ecosystem in Sri Lanka. PhD. Thesis. University of Peradeniya, Sri Lanka. 525p.

**HEINRICHS, E.A.; BARRION, A.T.** 2004. Rice feeding insects and selected natural enemies in West Africa: Biology, Ecology, Identification. IRRI, 242 p.

**NICACIO, G.; JUEN, N.** 2015. Insect Conservation and Diversity v. 8, no. 5, p. 393-403.

**ROBINSON, H.; VOCKEROT, J.R.** 1981. Dolichopodidae. In: Manual of Nearctic Diptera. Vol I. Monograph 27. Biosystematics Research Institute, Ottawa. Ontario. 674p.

**ROGER, P. A.** 1996. Biology and management of the floodwater ecosystem in ricefields. International Rice Research Institute, P. O. Box 933, Manila 1099, Philippines. 250p.

**SCHOENLY, K.G.; COHEN, J.E.; HEONG, K.L.; ARIDA, G.S.; BARRION, A.T; LITSINGER, J.A.** 1996. Quantifying the impact of insecticides on food web structure of rice-arthropod populations in a Philippine Farmer's irrigated field: A case study .In: Food webs. Chapman & Hall. 343-351.

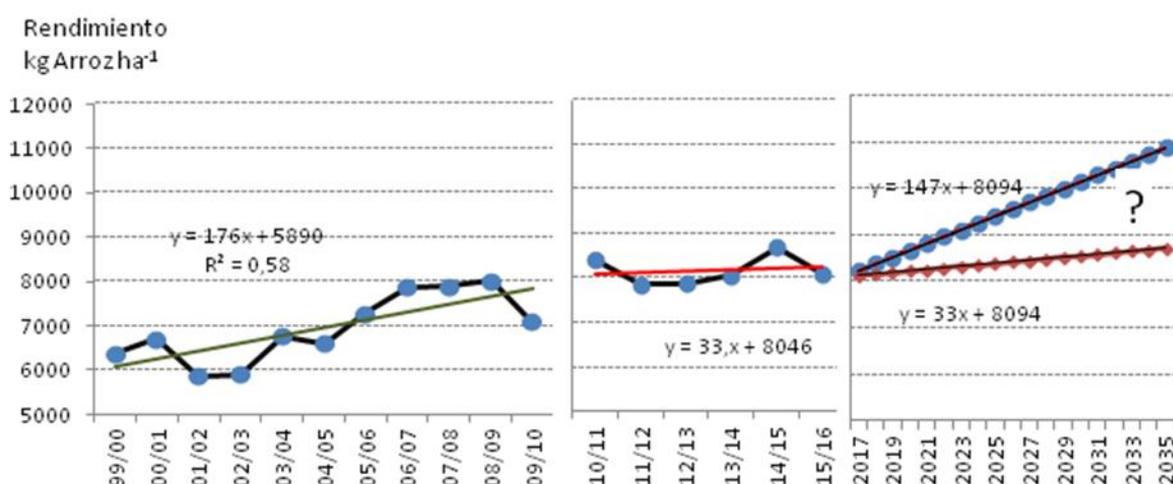
## DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL Y DE LA BRECHA DE RENDIMIENTO EN LOS SISTEMAS DE ARROZ EN URUGUAY

Gonzalo Carracelas<sup>23</sup>,  
Nicolas Guilpart<sup>24</sup>, Patricio Grassini<sup>25</sup> and Kenneth Cassman<sup>25</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Sustentabilidad, Oryza, GYGA.

### INTRODUCCIÓN

El logro de los máximos rendimientos en la producción de arroz en el área existente sin comprometer el medio ambiente, mejoraría el resultado económico y la sustentabilidad del cultivo de arroz en Uruguay (Uy) al tiempo que aumentaría la disponibilidad de producción del cereal para el comercio mundial. El sector arrocero Uruguayo es uno de los sectores más integrados del país, lo cual ha contribuido a que la producción de arroz en Uy se haya incrementado a una de las tasas más altas a nivel mundial ( $147\text{kg ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$  del 2000 al 2016). Sin embargo esta tendencia ha mostrado una marcada desaceleración durante los últimos años (Figura 1). Cassman et al, 2003 y Lobell et al, 2009 determinaron que los rendimientos de chacra comienzan a estabilizarse cuando estos alcanzan entre el 75-85% del rendimiento potencial. Esto podría estar indicando que los rendimientos promedios de arroz en Uy estarían muy cercanos al rendimiento potencial. Dado que el rendimiento potencial del cultivo de arroz no había sido determinado previamente en Uy, la pregunta es: ¿podemos continuar aumentando el rendimiento promedio del cultivo de arroz en los próximos 20 años o el mismo ya alcanzó el tope y se mantendrá por debajo de las 9 ton arroz/ha? (Figura 1).



Fuente: MGAP-DIEA-Anual Estadístico

**Figura 1** - Evolución del rendimiento del cultivo de arroz en Uy en dos periodos claramente diferenciados por las tasas de evolución del rendimiento (I: 1999-2010 y II: 2011-2016) y III: posibles escenarios de evolución a futuro.

A efectos de responder esta interrogante se plantea este trabajo cuyo objetivo es determinar el potencial de rendimiento ( $R_p$ ), el rendimiento actual geo-referenciado ( $R_a$ ) y la brecha de rendimiento explotable existente ( $Br = R_p \cdot 80\% - R_a$ ) a escala local y regional en Uy con una nueva metodología utilizando modelos eco-fisiológicos del cultivo de Arroz y grandes bases de datos. Este trabajo fue realizado en colaboración con el equipo del Global

<sup>23</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA. gcarracelas@tb.inia.org.uy

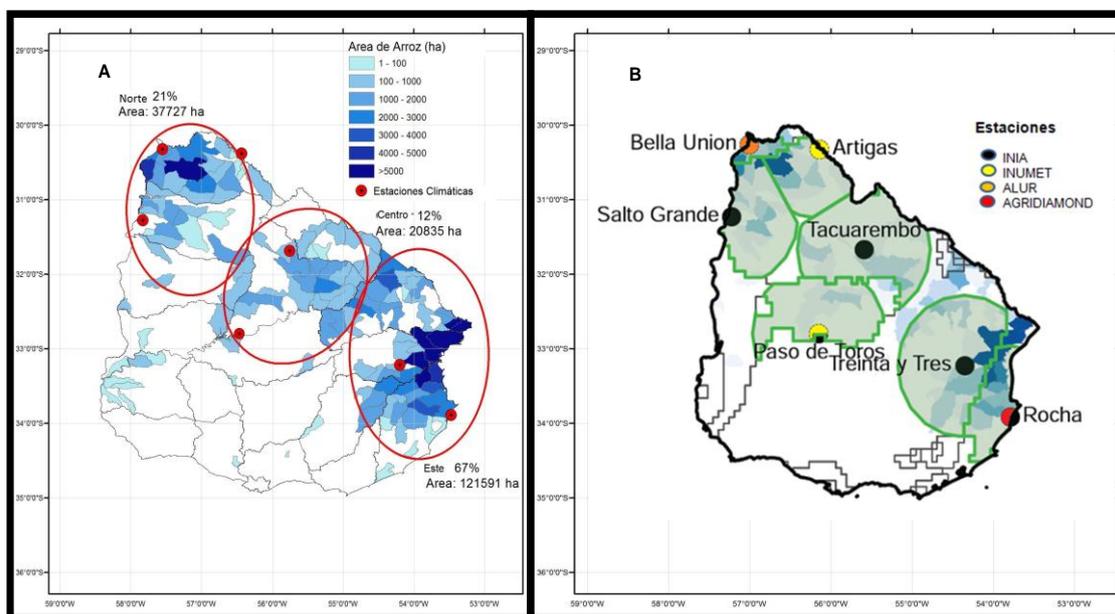
<sup>24</sup> AgroParisTech - UMR 211, 78850 Thiverval-Grignon, France

<sup>25</sup> University of Nebraska-Lincoln. P.O. Box 830915, Lincoln, NE 68583-0915, USA

Yield Gap Atlas (GYGA) y la Universidad de Nebraska, Lincoln (UNL). El arroz irrigado Uruguayo fue el primero de Latinoamérica en ser incluido en el Atlas mundial y los resultados de este estudio fueron también publicados en la página web: [www.yieldgap.org](http://www.yieldgap.org).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se implementó la metodología y protocolos desarrollados por GYGA (Van Wart et al, 2013a, 2013b; Van Bussel et al, 2015; Grassini et al, 2015). En resumen el mismo consistió en definir las áreas arroceras geo-referenciadas, determinar las zonas agroclimáticas y selección de estaciones meteorológicas (Figura 2). Datos meteorológicos de las estaciones climáticas de referencia (18 años (1997-2014)) fueron proporcionados por: \***INIA** (Salto, Tacuarembó y Treinta y Tres), \***INUMET** (Paso de los Toros y Artigas), **Agridiamond**- Rocha y **ALUR**- Bella Unión. El control de calidad se realizó considerando información de NASA - POWER (<http://power.larc.nasa.gov/>).



**Figura 2 - A).** Imagen geo-referenciada de cultivos de arroz por área de enumeración en base al Censo Agropecuario 2011, DIEA MGAP. **B).** estaciones meteorológicas y su área de influencia (100 kms) en áreas arroceras en Uy.

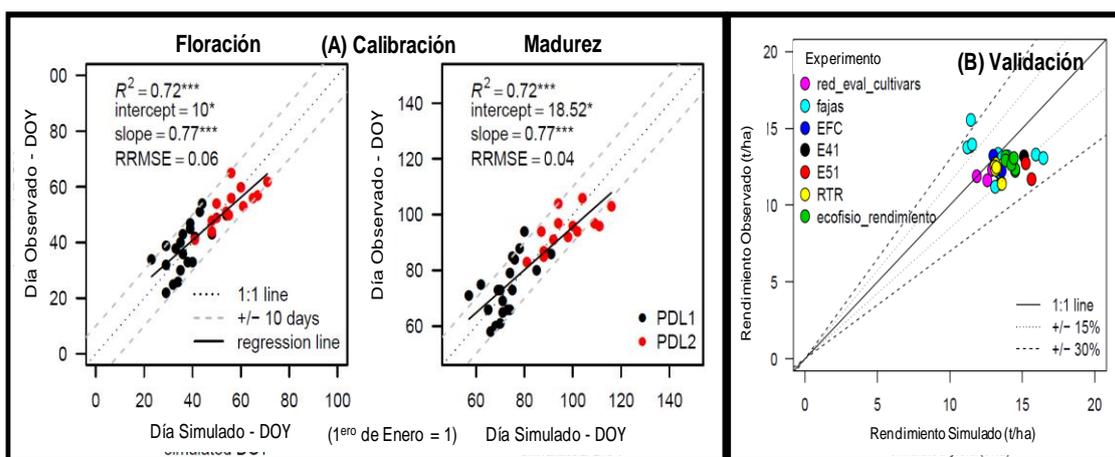
El rendimiento potencial ( $R_p$ ) se determinó con el modelo de simulación del cultivo de arroz OryzaV3 para un período de 18 años en 7 estaciones meteorológicas de referencia (Bouman et al., 2001). La calibración se realizó con el programa "DRATESv2" incluido en OryzaV3 y se compararon fechas de eventos fenológicos observados y simulados. Para tal fin se organizó una base de datos experimentales (10 años) de fenología registrados en dos fechas de siembra en la Red Nacional de Evaluación de Cultivares para las variedades: INIA Olimar y El Paso 144 (INASE-INIA 2005-2014). La validación se realizó comparando el  $R_p$  simulado con el  $R_a$  a partir de una base de datos independiente de experimentos de alto rendimiento realizados por INIA en el Norte, Centro y Este del país.

Los rendimientos actuales ( $R_a$ ) de los últimos cinco años (2010-2014) geo-referenciados por área de enumeración fueron extraídos de las bases de datos de tres Industrias de arroz del Uy (Casarone, Coopar y Saman). La brecha de rendimiento explotable ( $Br$ ) se determinó como la diferencia entre el 80% del  $R_p$  y el promedio del  $R_a$  en los últimos cinco años ponderado por el área de arroz (2010-2014) (Cassman et al, 2003; Lobell et al, 2009).

Los resultados fueron comparados mediante análisis de varianza y Test de separación de medias de Fisher al 5% usando modelos del programa estadístico: [www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar).

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

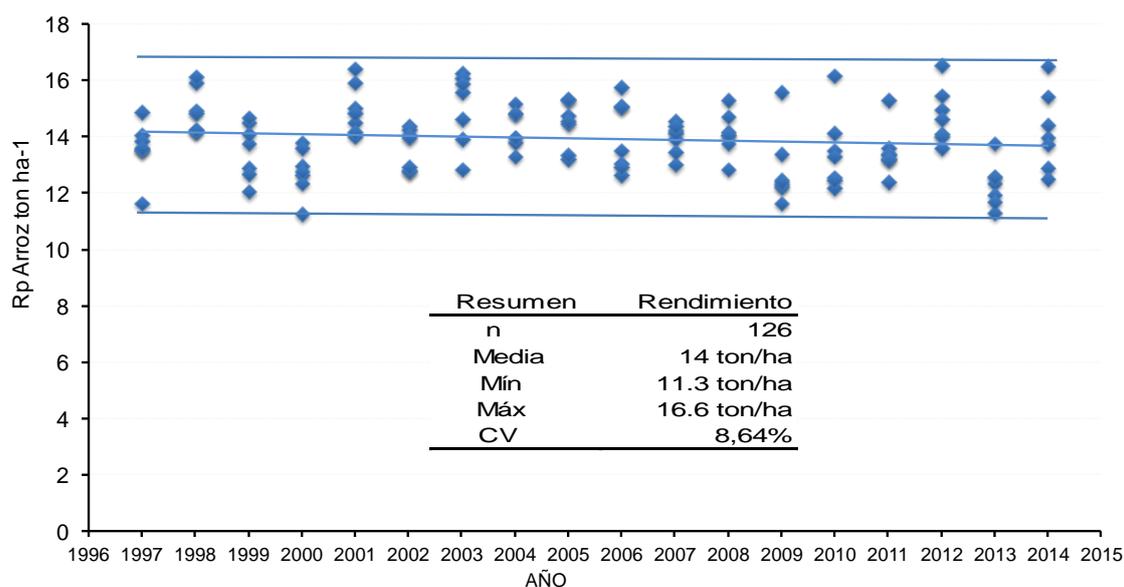
Los resultados de la calibración de las variedades fueron precisos registrándose una alta correlación entre los días de ocurrencia de eventos fenológicos del cultivo observados y los simulados por el modelo (Figura 3A). A su vez, resultados de la validación fueron muy positivos ya que la mayoría (67%) de los rendimientos registrados en experimentos de alto rendimiento, estaban en el rango  $\pm 15\%$  de los simulados y casi la totalidad (99%) en el rango  $\pm 30\%$  del rendimiento simulado por OryzaV3 (Figura 3B).



**Figura 3 - A).** Calibración: comparación de las fechas de floración y madurez fisiológica simuladas con las observadas para dos fechas de siembra en Paso de la Laguna (PDL1=Siembra temprana y PDL2= Siembra Tardía), **B).** Validación de los rendimientos simulados contra los observados en experimentos realizados por INIA.

Los resultados de la calibración y validación indican que OryzaV3 puede simular correctamente el Rp del arroz Uruguayo aún con una simple calibración de fenología. Es importante destacar que nuevos experimentos diseñados para calibrar otros parámetros del modelo, permitirían mejorar aún más los resultados predictivos.

El rendimiento promedio potencial del Uy estimado para un periodo de 18 años en 7 estaciones meteorológicas es de 14 ton arroz/ha (14% de humedad) con un mínimo y un máximo de 11,3 y 16.6 ton Arroz/ha respectivamente (Figura 4).



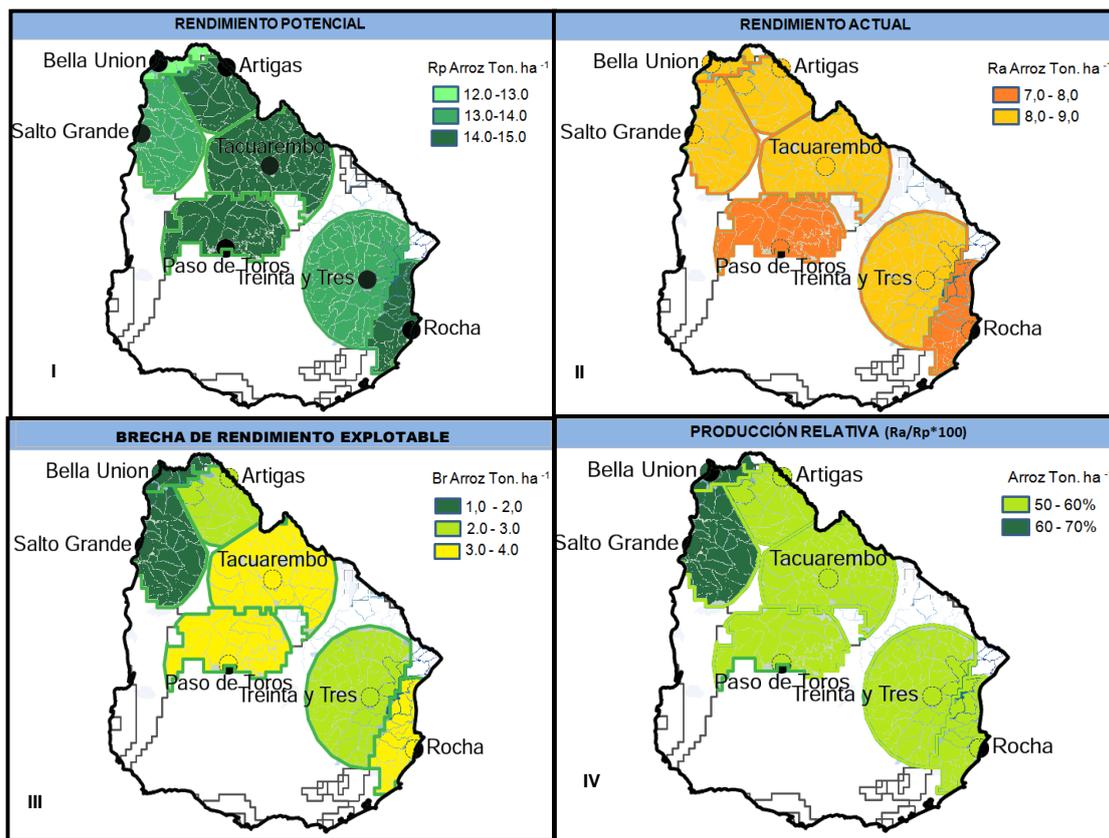
**Figura 4** - Rendimiento potencial de Uruguay (14% humedad) en 7 estaciones climáticas, 18 años (1997- 2014), fechas de siembra 15 de Octubre en Norte-Centro con INIA Olimar y 20 de Octubre en el Este con El Paso 144.

Los rendimientos potenciales y actuales así como la brecha explotable de rendimiento registrados en cada estación meteorológica se presentan en el Cuadro 1 y en la Figura 5. En la región Norte el Rp registrado en Artigas (A) fue significativamente superior al registrado en Bella Unión (Bu) y Salto (S), en el Centro no existieron diferencias entre Tacuarembó (Ta) y Paso de los Toros (P) y en el Este el Rp de Rocha (R) fue significativamente superior al de Treinta y Tres (Tt) ( $P < 0,05$ ). El Rp más alto se registró en A, Ta, P y R con un promedio de 288 bolsas de arroz/ha (14-15 ton arroz/ha), en S y Tt se registró un valor promedio intermedio de 268 bolsas (13-14 ton arroz/ha) y el menor rendimiento fue el registrado en Bu con 260 bolsas ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 1 y Figura 5).

**Cuadro 1** - Rendimiento Potencial (14%), Rendimiento Actual de 5 zafas (14%) (2010-2014) y Brecha explotable de rendimiento ( $Br = Rp \cdot 0,8 - Ra$ ). Resultados del análisis estadístico.

| Estación Meteorológica | Rendimiento (ton ha <sup>-1</sup> ) |               |             |
|------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------|
|                        | R. Potencial (Rp)                   | R.Actual (Ra) | Brecha (Br) |
| Rocha (R)              | 14,7 a                              | 7,7 a         | 4,0 a       |
| Tacuarembó (Ta)        | 14,5 a                              | 8,0 a         | 3,6 a       |
| Paso de los Toros (P)  | 14,4 ab                             | 7,8 a         | 3,7 a       |
| Artigas (A)            | 14,1 ab                             | 8,4 a         | 2,9 b       |
| Treinta y Tres (Tt)    | 13,7 bc                             | 8,2 a         | 2,8 b       |
| Salto Grande (S)       | 13,1 cd                             | 8,5 a         | 2,1 c       |
| Bella Union (Bu)       | 13,0 d                              | 8,5 a         | 1,9 c       |
| <b>Media</b>           | <b>14,0</b>                         | <b>8,1</b>    | <b>3,1</b>  |
| MDS ( $P < 0,05$ )     | 0,70                                | NS            | 0,56        |
| CV (%)                 | 7,6                                 | 9,73          | 28,5        |

Letras iguales para una misma columna no son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0,05$ ). NS: No significativo. MDS. Mínima Diferencia Significativa. CV: Coeficiente de Variación



**Figura 5** - (I) Rendimiento potencial, (II) Rendimiento actual (2010-2014), (III) Brecha de rendimiento explotable (Br) y (IV) producción relativa ( $Ra/Rp \cdot 100$ ) para cada una de las estaciones meteorológicas seleccionadas en las regiones arroceras.

En relación a Ra si bien existió una tendencia a producir menos arroz en la costa-Este (R) y centro (P), no se registraron diferencias significativas entre los distintos Ra obtenidos en el área de influencia de cada estación meteorológica ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 1). La Br es menor en el Norte (Bu-S = 2 ton arroz/ha), seguido por Tt- A = 2,9 ton arroz/ha y mayor en el Centro - costa Este (Ta, P y R = 3,8 ton arroz/ha) (Cuadro 1 y Figura 5).

La producción actual relativa al rendimiento potencial promedio del país es del 57% (Figura 5), lo cual estaría indicando que aún no se ha llegado al techo de rendimiento y que sería posible continuar reduciendo la Br. En las zonas Centro-Este la producción relativa es aún menor (55%) en relación al Norte particularmente en Bu y Salto (65%) donde los Ra estarían más próximos a alcanzar el techo de rendimiento.

De mantenerse las tasas de aumento de rendimiento de los últimos 16 años, el máximo rendimiento alcanzable promedio país 11 ton arroz/ha (80% de  $Rp = 14$  ton arroz/ha), se alcanzaría dentro de 20 años (en 2035) con las variedades y tecnologías disponibles actuales y sin considerar un posible cambio climático (Figura 1). El bajo precio del arroz y alto costo de los insumos determinan que sea fundamental para la viabilidad del cultivo en Uy continuar aumentando los rendimientos actuales cuidando del medio ambiente. La transferencia de la combinación de prácticas de manejo del cultivo existentes y/o nuevas que permitan reducir la brecha entre productores, así como también acelerar la liberación de nuevas variedades con resistencia a enfermedades, con información de su manejo, ciclos adecuados para cada región, tolerantes a temperaturas extremas y que mantengan los estándares de calidad de exportación, permitirían alcanzar de forma más rápida el Rp y contribuir a la sustentabilidad del cultivo del arroz en Uy.

## CONCLUSIONES

Los resultados de la calibración y validación del modelo de simulación indican que OryzaV3 puede ser utilizado para determinar en forma precisa el potencial de Rendimiento en Uruguay para los cultivares Indica calibrados.

El potencial de rendimiento estimado promedio de Uruguay es de 14 ton de arroz por hectárea, el rendimiento actual es de 8,1 ton de arroz/ha (2010-2014) y la brecha de rendimiento explotable a nivel de país es de 3.1 ton arroz/ha (14% humedad). La mayor Br es en el Centro-costa Este: Tacuarembó, Paso de los Toros, Rocha y la menor Br es en el Norte: Bella Unión y Salto.

El rendimiento promedio actual del Uruguay representa el 57 % del rendimiento potencial, por lo que aún sería posible continuar aumentándolo hasta alcanzar el 80% del Rp equivalente a 11 ton arroz/ha (14% humedad), mejorando así la viabilidad y sustentabilidad del cultivo de arroz en Uruguay. A su vez se producirían unas 500.000 toneladas más de arroz en el área existente mejorando la participación del arroz Uruguayo en el comercio Internacional.

## BIBLIOGRAFÍA -

**CASSMAN, K.G., DOBERMANN, A.R., WALTERS, D.T., YANG, H. 2003.** Meeting Cereal Demand While Protecting Natural Resources and Improving Environmental Quality. Annual Review of Environment and Resources 28. pp 315-358.

**BOUMAN, B.A.M., KROPFF, M.J., TUONG, T.P., WOPEREIS, M.C.S., TEN BERGE, H.F.M., & VAN LAAR, H.H. 2001.** ORYZA2000: modeling lowland rice. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, and Wageningen University and Research Centre, Wageningen, Netherlands, 235 pp.

**GRASSINI, P., VAN BUSSEL, L.G.J., P., VAN MART, J., WOLF, J., CLAESSENS, L., YANG, H., BOOGAARD, H., DE**

**GROOT, H., VAN ITTERSUM, M.K. AND CASSMAN, K.G. 2015.** How good is good enough? Data requirements for reliable crop yield simulations and yield gap analysis. *Field Crops Research*. 177, 49-63

**INIA. GRAS UNIT.** [www.inia.uy/investigación-e-innovación/unidades/GRAS/Clima/Caracterización-agroclimática](http://www.inia.uy/investigación-e-innovación/unidades/GRAS/Clima/Caracterización-agroclimática) . Weather information.

**INASE - INIA.** [www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/). Resultados de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares.

**LOBELL, D.B., CASSMAN, K.G., FIELD, C.B. 2009.** Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. Annual Review of Environment and Resources 34 (2009); doi: 10.1146.

**MGAP. DIEA. ANUAL ESTADÍSTICO. 2000-2014.** [www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario](http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario)

**MGAP. DIEA. Censo 2011.** [www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-censo-2011](http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-censo-2011)

**ORYZA V3. IRRI.** <https://sites.google.com/a/irri.org/oryza2000/about-oryza-version-3>

**VAN BUSSEL, L.G.J., GRASSINI, P., VAN MART, J., WOLF, J., CLAESSENS, L., YANG, H., BOOGAARD, H., DE GROOT, H., SAITO, K., CASSMAN, K.G. AND VAN ITTERSUM, M.K. 2015.** From fields to atlas: Upscaling of location specific yield gap estimates. *Field Crops Research*. 177, 98-108.



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

---

**VAN WART, J., VAN BUSSEL, L.G.J., WOLF J, LICKER, R., GRASSINI, P., NELSON, A., BOOGAARD, H., GERBER, J., MUELLER N.D., CLAESSENS L., VAN ITTERSUM M.K., CASSMAN K.G.** 2013a. Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential. *Field Crops Research*. 143, 44-55

**VAN WART, J., KERSEBAUM, C.K., PENG, S., MILNER, M., CASSMAN, K.G.** 2013b. Estimating crop yield potential at regional to national scales. *Field Crops Research*. 143, 34-43

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los Técnicos Agrónomos locales por sus aportes y proporcionar información valiosa necesaria para realizar este trabajo: de CASARONE D. Gonnet y F. Castera, de COOPAR G. Rovira y M. Martínez, de SAMAN: R. Uruga M. Marella, L. Améndola, S. Fariña, JC. Ferres, S. Platero, F. Sanz, E. Stinger, del MGAP: H. Tommasino y A. Hernández, de ALUR: F. Hackenbruch, de Agridiamond SA W. Saravia, de INIA P. Blanco, A. Cal, E. Deambrosi, C. Marchesi, R. Méndez, F. Perez de Vida, M. Soares de Lima, G. Zorrilla.

## IV) MEJORAMIENTO GENETICO

### EVALUACION DE CULTIVARES PROMISORIOS EN ENSAYOS DE FAJAS

F. Pérez de Vida<sup>26</sup> G. Carracelas<sup>27</sup>, J. Vargas<sup>28</sup>

**PALABRAS CLAVES:** rendimiento, adaptación, germoplasma elite.

#### INTRODUCCIÓN

En la zafra 2015-16 se evaluaron once cultivares promisorios en ensayos con **macro parcelas** en cinco localidades (4 en la región Este y 1 en Centro-Norte del país). En los primeros años de avance del material (generaciones F7, F8 y F9) la evaluación de líneas experimentales (LEs) por parte del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz (PMGA) de INIA se realiza en la Unidad Experimental de Paso de la Laguna (UEPL). Este se conduce mediante ensayos de campo con 2 o 3 repeticiones durante al menos 3 años (estadios 1, 2, y 3). De dicha evaluación plurianual surgen los cultivares más destacados que son evaluados bajo la modalidad acá presentada. Se prioriza la instalación de estos ensayos en predios comerciales siendo el manejo conducido por los productores –exceptuando la siembra y cosecha. En algunos casos se utilizan los campos experimentales de INIA (UEPL, Paso Farías –UEPF- y Tacuarembó –UE Tbo-). Se reportan los resultados de esta zafra pasada para la región Norte/Centro-Norte del país y el análisis conjunto con la zafra anterior (2014/15) en aquellos cultivares que presentan dos años en este tipo de evaluación en macroparcelas.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

En los ensayos de la región norte debido a la no disponibilidad de equipo experimental y escasa semilla disponible del material promisorio, se utilizan macro parcelas (300 m<sup>2</sup> aprox) con formato de fajas de 45 m de largo, dentro de las cuales se cosechan cinco repeticiones. Las siembras se realizaron con una sembradora comercial Semeato (UE Tbo) de siembra directa de 13 líneas. En la región Este se dispone de una sembradora Semeato tipo Siembra Directa experimental de 9 líneas (a 0.17m) con sistema de distribución de cono rotativo lo que permite la siembra de parcelas de hasta 15 m de longitud y utilizar diseños aleatorizados. El manejo varió según la localidad y preferencia de los productores en los casos correspondientes. La cosecha de parcelas se realizó manualmente en la zona Centro-Norte (8.5m<sup>2</sup> cada unidad) y con cosechadora automotriz (marca FOTON) en la región Este. En el Cuadro 1 se detallan cultivares utilizados para esta evaluación.

<sup>26</sup> Ph.D. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. [fperez@inia.org.uy](mailto:fperez@inia.org.uy)

<sup>27</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Tacuarembó.

<sup>28</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Treinta y Tres.

**Cuadro 1** - Detalle de cultivares evaluados, localizaciones y fecha de siembra (\*= comprende un ensayo en Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) (Treinta y Tres), Arroyitos (Rocha), San Pablo de Cebollatí (Rocha) y Zapata (Treinta y Tres); # no incluye el ensayo de Zapata).

| Núm | Cultivar         | Localización         | Zafras evaluadas | Fechas de siembra                          |
|-----|------------------|----------------------|------------------|--|
| 1   | SLI09043         | Este* y Centro-Norte | 2                | <b>UEPL: 4 Nov 2015</b>                    |
| 2   | SLI09190         | Este* y Centro-Norte | 2                | <b>Arroyitos: 9 Nov 2015</b>               |
| 3   | SLI09193         | Este* y Centro-Norte | <b>2</b>         | <b>San Pablo de Cebollatí: 10 Nov 2015</b> |
| 4   | SLF11046         | Este* y Centro-Norte | 1                | <b>Zapata: 11 Nov 2015</b>                 |
| 5   | SLF11042         | Este* y Centro-Norte | 1                | <b>Tacuarembó: 5 Oct 2015</b>              |
| 6   | SLF11072         | Este# y Centro-Norte | 1                |  |
| 7   | SLI09197         | Este* y Centro-Norte | <b>3</b>         |  |
| 8   | L5903-INIA Merin | Este* y Centro-Norte | <b>3</b>         |  |
| 9   | El Paso 144      | Este* y Centro-Norte | 3                |  |
| 10  | INIA Olimar      | Este* y Centro-Norte | 3                |  |
| 11  | L5502-INIA Parao | Este*                | 3                |  |
| 12  | L9747            | Este*                | 2                |  |
| 13  | L9752            | Este                 | 2                |  |
| 14  | CL933            | Este*                | 1                |  |

Cultivares: Para la región **Norte/Centro-Norte** se incluyeron las LEs promisorias del subtipo *Indica* **SLI09043**, **SLI09190**, **SLI09193**, **SLI09197** (de origen en poblaciones locales) y **SLF11042**, **SLF11046**, **SLF11072** (de origen FLAR). **SLF11047** se evaluó solo en esta localización. Los ciclos a floración son intermedios a largos, similares a **INIA Olimar** en los tres primeros mencionados. Los cultivares SLF presentan ciclos 2-3 días mas breves que **El Paso 144**, mientras que en **SLI09197** este es 3 días mas largo. Todas son de granos largos finos (relación largo:ancho igual o superior a 3), alta productividad y resistentes a Pyricularia. Como testigos se incluyen los cultivares comerciales **El Paso 144**, **INIA Olimar** (susceptibles a Brusone) e **INIA Merín** (resistente). Se utilizó una densidad equivalente a 130 kg/ha de semillas (corregidos por peso de 1000 granos y % de germinación).

## RESULTADOS

### ZAFRA 2015-16

El ensayo dispuesto en la zona centro/norte (Tacuarembó) se obtuvo un rendimiento promedio de 8.7 t/ha, con un rango de 9.1 a 6.3 t/ha. La productividad media fue significativamente menor a la de sitios de evaluación en el Este del País (10.5 t/ha).

**Cuadro 1** - Rendimiento físico (t/ha) en ensayos de fajas en región centro-norte en 2015/16 de cultivares promisorios.

| Cultivar           |     | Rend.*T/ha |
|--------------------|-----|------------|
| SLF11072           | A   | 9.20       |
| SLI09190           | A B | 8.96       |
| SLF11042           | A B | 8.95       |
| SLF11047           | A B | 8.92       |
| SLF11046           | A B | 8.61       |
| SLI09193           | A B | 8.24       |
| <b>El Paso 144</b> | B C | 7.86       |
| <b>INIA Olimar</b> | B C | 7.73       |
| SLI09197           | B C | 7.65       |
| SLI09043           | C   | 6.32       |

\* media corregida por mínimos cuadrados. Medias con igual letra no difieren significativamente a  $P=0.05$

Los cultivares comerciales El Paso 144 e INIA Olimar presentaron rendimientos similares entorno a 7.6-7.8 t/ha casi 1 t/ha inferior al promedio. No se reporta el rendimiento de INIA-Merín en el ensayo debido a problemas severos de daños por pájaros. El resultado en el cultivo circundante a los ensayos de esta novel variedad fue de 11.5 t/ha. (C. Marchesi com.pers.); superando ampliamente la media de este experimento. Solo **SLF11072** tuvo un rendimiento significativamente superior a los testigos. Las LEs **SLI09043**, **SLI09190**, **SLI09193** y **SLI09197** resultaron con una diferencia sin valor estadístico respecto a los testigos. En la zafra pasada 2014/15, en un plano de mayores rendimientos en general (INIA Olimar 9.3 t/ha) solo SLI09043 obtuvo un rendimiento similar al cultivo mas sembrado en la región norte y centro-norte. En ese caso los cultivares **SLI09197** y **SLI09043** presentaron altos rendimientos (9.8-8.9 t/ha) que no resultan estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ) al testigo Olimar. La nueva LE **SLI09197** al igual que **L5903-INIA Merín** (excluido de este ensayo) se caracteriza por ciclos de mayor duración (aprox. 10 días más largos a floración que Olimar), mientras que **SLI09043** es de ciclo intermedio, de igual duración que la mencionada variedad.

## ZAFRAS 2014-15 Y 2015-16

En la región norte y centro-norte, el subgrupo de cultivares comunes en las dos últimas zafras (solo cultivares SLI y cultivares testigos) analizadas conjuntamente, presenta rendimientos entre 8.4 y 9.9 T/ha. El cultivar **SLI09197** es el más productivo en el promedio de los dos años, aun con un bajo rendimiento en la zafra 2015/16 (cuadro 2). La diferencia de 0.5 T/ha respecto a INIA Olimar no es significativa ( $P=0.05$ ).

**Cuadro 2** - Rendimiento físico (t/ha) en ensayos de fajas en región centro-norte en zafras 2014/15 y 2015/16 de cultivares promisorios.

| Cultivar    |     | Rend.*T/ha |
|-------------|-----|------------|
| SLI09197    | A   | 9.90       |
| INIA Olimar | A B | 9.40       |
| INIA Merin  | A B | 9.10       |
| SLI09193    | A B | 9.00       |
| SLI09190    | A B | 8.96       |
| El Paso 144 | A B | 8.83       |
| SLI09043    | B   | 8.41       |

\* media corregida por mínimos cuadrados. Medias con igual letra no difieren significativamente a  $P=0.05$

## CONCLUSIONES

Las evaluaciones realizadas en una escala mayor a la tradicional de los campos experimentales, en condiciones semi-comerciales (macroparcels, incluyendo manejo realizado por el productor, cosecha mecanizada) aporta valiosa información del comportamiento varietal, su interacción genotipo/ambiente que permite complementar el conocimiento de los noveles cultivares y valorar su aporte práctico al cultivo. La evaluación de LEs de **alta productividad** y adecuada **calidad molinera** (comprendida en los parámetros de comercialización actuales) y **resistencia a pyricularia** como las LEs de ciclo **intermedio**, **SLI09043** (reacción MR), **SLI09190** (reacción HR) y **SLI09193** (reacción HR) y **ciclo largo SLI09197** permitiría la identificación de los genotipos de mayor oportunidad de aporte a la producción. Las primeras con medias de rendimiento entorno a las 9.0 t/ha en las últimas dos zafas resultan con menor potencial que **SLI09197** (aprox. 9.9 T/ha); sin embargo en términos prácticos su menor ciclo a floración (92-97 días, similar a INIA Olimar) justifica su consideración en los sistemas arroceros. La disponibilidad de estos materiales para la siembra a nivel comercial contribuiría a aumentar la tasa de incremento de los rendimientos comerciales, actuales, reduciendo la brecha de rendimiento en relación al rendimiento potencial y favoreciendo así la sustentabilidad del cultivo de arroz en Uruguay

## BIBLIOGRAFIA

**PÉREZ DE VIDA, F.; CARRACELAS, G.; VARGAS, J.** Evaluación de cultivares promisorios en ensayos de fajas. In: Presentación resultados experimentales de arroz Zafra 2014-2015. 4 agosto, Tacuarembó; 5 agosto, Artigas (UY). Montevideo (UY): INIA. p. 93-98 (Serie Actividades de Difusión; 751)

**PÉREZ DE VIDA, F.; CARRACELAS, G.; VARGAS, J.** Evaluación de cultivares promisorios en ensayos de fajas. In: Presentación resultados experimentales de arroz Zafra 2014-2015. 4 agosto, Tacuarembó; 5 agosto, Artigas (UY). Montevideo (UY): INIA. p. 93-98 (Serie Actividades de Difusión; 751)

**PÉREZ DE VIDA, F.; CARRACELAS, G.** Evaluación de cultivares promisorios en ensayos de fajas. En: Arroz-Soja: Resultados Experimentales 2013-2014. Treinta y Tres (UY): INIA Treinta y Tres. cap. 6. p. 3-5 (INIA Serie Actividades de Difusión; 735)

## CULTIVAR PROMISORIO DE ALTA PRODUCTIVIDAD: SLI09197

### RESULTADOS EN ENSAYOS DE FAJAS DURANTE 3 ZAFRAS

F. Pérez de Vida<sup>29</sup> G. Carracelas<sup>30</sup>, J. Vargas<sup>31</sup>

**PALABRAS CLAVES:** rendimiento, adaptación, germoplasma elite.

#### EVALUACION EN FAJAS DE SLI09197

El cultivar **SLI09197** ha sido evaluado en diferentes regiones desde la zafra 2013/14 en ensayos de "Evaluación Final" incluyendo distintas fechas de siembra en UEPL y localizaciones (Tacuarembó y Artigas), en "Red Nacional de Evaluación de Cultivares" (INIA/INASE) y ensayos de Fajas. Los resultados productivos de este cultivar en 3 años de Evaluaciones en **Fajas** destaca su alta productividad en zona Norte (n=5 ensayos, Cuadro 1) y para el conjunto del País (n=18, Cuadro 2). Presenta una calidad molinera adecuada a los estándares de comercialización y resistencia a Pyricularia (Cuadro 3).

En la región Norte su rendimiento se maximiza superando a INIA Olimar, INIA Merín y El Paso 144, aunque las diferencias de aproximadamente +10 bolsas no resulta estadísticamente significativa (P=0,05). Considerando la información disponible en ensayos de Fajas de todo el país (n=18), **SLI09197** mantiene un rendimiento estadísticamente similar a los testigos INIA Olimar y El Paso 144, con una media de más de 10 T/ha que supera en aproximadamente 0.6 T/ha a las mencionadas variedades. **SLI09197** presenta valores de calidad molinera dentro del estándar de comercialización, y con dimensiones de granos pulidos muy similares a los de INIA Merín. La reacción a Pyricularia en cama de infección es altamente resistente (HR), al igual a la de INIA Merín - recientemente lanzada comercialmente-

**Cuadro 1** - Rendimiento (t/ha) en ensayos de fajas en región Norte zafras 2013/14 a 2015/16 del cultivar promisorio SLI09197 y variedades testigo.

| Cultivar    |   | Rend.* T/ha |
|-------------|---|-------------|
| SLI09197    | A | 9.90        |
| INIA Merin  | A | 9.40        |
| INIA Olimar | A | 9.30        |
| El Paso 144 | A | 9.16        |
| INIA Parao  | B | 7.08        |

\* media corregida por mínimos cuadrados. Medias con igual letra no difieren significativamente a P=0.05

**Cuadro 2** - Rendimiento (t/ha) en ensayos de fajas en zafras 2013/14 a 2015/16 de cultivares promisorios en regiones Este, Centro/Norte y Norte.

| Cultivar    |     | Rend.*T/ha |
|-------------|-----|------------|
| INIA Merin  | A   | 10.36      |
| SLI09197    | A B | 10.26      |
| INIA Olimar | B C | 9.62       |
| El Paso 144 | B C | 9.60       |
| INIA Parao  | C   | 8.92       |

\* media corregida por mínimos cuadrados. Medias con igual letra no difieren significativamente a P=0.05

<sup>29</sup> Ph.D. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. [fperez@inia.org.uy](mailto:fperez@inia.org.uy)

<sup>30</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Tacuarembó.

<sup>31</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Treinta y Tres.

**Cuadro 3** - Calidad molinera en ensayos de fajas semicomerciales y reacción a Pyricularia en cama de infección de SLI09197 y cultivares testigos.

| Cultivar    | %BT  | %Ent | %Yeso | Largo(mm) | Ancho(mm) | L/A  | Reacción Pyri |
|-------------|------|------|-------|-----------|-----------|------|---------------|
| El Paso 144 | 67.5 | 63.4 | 3.1   | 7.38      | 2.52      | 2.93 | HS            |
| INIA Merin  | 68.9 | 64.8 | 3.1   | 7.57      | 2.47      | 3.06 | HR            |
| INIA Olimar | 68.1 | 65.3 | 1.2   | 7.71      | 2.42      | 3.18 | HS            |
| SLI09197    | 68.4 | 65.6 | 2.4   | 7.56      | 2.47      | 3.06 | HR            |

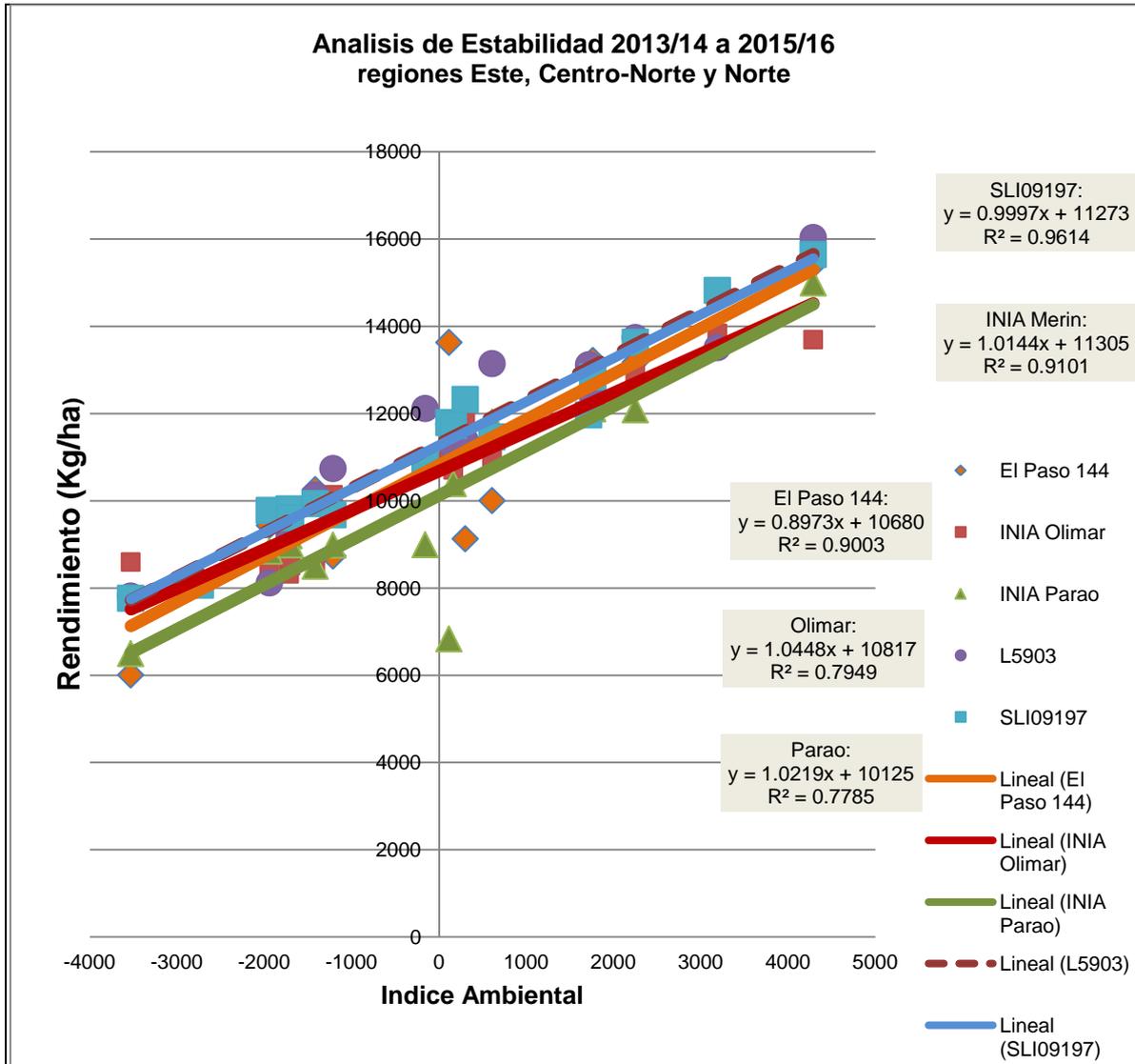
## ANALISIS DE ESTABILIDAD

La Línea Experimental **SLI09197** se ha destacado por su rendimiento y calidad en microparcels en una serie de ensayos experimentales en los últimos 6 años. Como se mencionara, en las tres últimas zafras (2013/14- 2015/16) han sido evaluadas en ensayos de fajas en diversos ambientes (5 en 2013/14; 8 en 2014/15, 5 en 2015/16), distribuidas en las regiones Este, Centro-Norte y Norte (Cuadro 4). Con la información de 18 ambientes de producción dados por la combinación de localidades (chacras) y años se realizó un análisis de estabilidad. La tendencia lineal de cada cultivar a través del rango de ambientes obtenidos se grafica en la Figura 1.

**Cuadro 4** - Rendimiento según ambientes de cultivares testigos y Líneas Experimentales promisorias en zafras 2013/14 2014/15 y 2015/16.

| Ambiente                          | Cultivar     |              |              |              |              | Prom/Ambiente |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                                   | El Paso 144  | INIA Olimar  | INIA Parao   | L5903        | SLI09197     |               |
| 1415-El Junco, Salto              | 6004         | 8593         | 6495         | 7813         | 7763         | 7334          |
| 1516-UAG, Tacuarembó              | 8197         | 8137         |              |              | 8062         | 8132          |
| 1415-5 sauces, Tacuarembó         | 9433         | 8448         | 8844         | 8115         | 9775         | 8923          |
| 1314-Rincon A. Chagas             | 9160         | 8322         | 9195         | 9256         | 9811         | 9149          |
| 1415-India Muerta Campo Rojo      | 9479         | 8515         | 8986         | 9236         | 9608         | 9165          |
| 1314-Casarone Rio Branco          | 10253        | 8430         | 8496         | 10128        | 9933         | 9448          |
| 1516-San Pablo de Cebollatí       | 8730         | 10136        | 8980         | 10736        | 9676         | 9651          |
| 1516-A.Gomez, Los Arroyitos Rocha | 10835        | 10774        | 8991         | 12113        | 10824        | 10707         |
| 1314-UEPF, Artigas                | 13628        | 10905        | 6831         | 11746        | 11790        | 10980         |
| 1415-7ma baja, Chincho Ferreira   | 11105        | 10704        | 10389        | 11230        | 11722        | 11030         |
| 1415-UEPF, Artigas                | 9126         | 11839        |              | 11380        | 12320        | 11166         |
| 1516-UEPL, Treinta y Tres         | 10001        | 10962        | 11802        | 13142        | 11461        | 11474         |
| 1415-Rincon Alex Chagas           | 11990        | 13053        | 12777        | 13116        | 11967        | 12580         |
| 1415-San Pablo de Cebollatí       | 13215        |              | 12107        | 12355        | 12838        | 12629         |
| 1415-A.Gomez, Los Arroyitos Rocha | 13175        | 12946        | 12082        | 13740        | 13632        | 13115         |
| 1314-UEPL, Treinta y Tres         |              | 13836        |              | 13509        | 14820        | 14055         |
| 1314-7ma baja, Chincho Ferreira   | 15406        | 13693        | 14990        | 16032        | 15644        | 15153         |
| Promedio/Cultivar                 | <b>10609</b> | <b>10581</b> | <b>10069</b> | <b>11478</b> | <b>11273</b> | <b>10864</b>  |

En un amplio de rango de ambientes evaluados, con rendimientos entre 7.3 a 15 T/ha, los cultivares han presentado una adecuada estabilidad (coeficiente b no diferente (P=0.05) de b=1) indicando una respuesta similar al promedio ante las variaciones ambientales. El potencial expresado por los genotipos alcanzó más de 11 T/ha en promedio con **L5903-INIA Merín** y **SLI09197**. Parao resulta el cultivar con menor rendimiento medio, sin embargo es necesario considerar que no fue evaluado en ambientes de muy alta productividad como en “UEPL 13/14” (14 t/ha promedio).



**Figura 1** - Tendencia lineal de rendimiento (Kg/ha) de cultivares comerciales testigos y la línea experimental SLI09197 sobre información de tres años (2013/14-2015/16) en macroparcels.

## CONCLUSIONES

Luego de tres años de evaluación en macroparcels los genotipos *Indicas* **L5903-INIA Merín** -recientemente liberada para su comercialización- y la novel línea experimental **SLI09197**, presentan resultados promisorios en ambientes de productividad contrastantes. Estos cultivares se han destacado en las últimas zafras en todo el país con rendimientos superiores (18 bolsas mas de arroz/ha en promedio) en relación a los testigos INIA Olimar, El Paso 144 e INIA Parao. **INIA Merín** y **SLI09197** se destacan por ser resistentes a Pyricularia y por mantener valores de calidad molinera dentro de los estándares de comercialización. Es de destacar que en las condiciones de estos ensayos no se realizaron aplicaciones de fungicidas en los ubicados en las UEs, mientras que en el



sembrado en área comercial recibieron una aplicación preventiva, no habiendo incidencia significativa de *Pyricularia* en ninguno de los casos. Estos noveles materiales se caracterizan por su reacción altamente resistentes (HR) en evaluaciones realizadas en camas de infección (S.Martínez com pers), lo cual no significó una ventaja dadas las condiciones de baja incidencia del patógeno. La disponibilidad de estos cultivares en el área comercial significará una sólida resistencia al patógeno con productividad y calidad molinera similar o superior a las principales variedades en uso en el país.

## EVALUACION FINAL DE CULTIVARES: TACUAREMBÓ.

F. Pérez de Vida<sup>32</sup>, P. Blanco<sup>33</sup>, G. Carracelas<sup>34</sup>, J. Vargas<sup>35</sup>

**PALABRAS CLAVES:** rendimiento, interacción genotipo\*ambiente, germoplasma elite.

### INTRODUCCIÓN

El material elite se define luego de una serie de años de evaluación en el campo experimental de Paso de la Laguna, Treinta y Tres. La etapa evaluación final de cultivares se realiza mediante una serie de ensayos que procuran explorar el comportamiento de estos en diferentes ambientes, con el objetivo de valorar la interacción genotipo\*ambiente. Con este propósito -al igual que en años anteriores- se sembraron ensayos en Paso Farías (UEPF, Artigas), Pueblo del Barro (UE Tbo, Tacuarembó) y dos fechas de siembra en Paso de la Laguna (UEPL, Treinta y Tres). En la zafra **2015/16** las condiciones climáticas resultaron atípicas con precipitaciones superiores durante el ciclo del cultivo (Octubre-Marzo) al promedio histórico en la región Norte (+52%) y Centro-Norte (+11%). En el Este (Treinta y Tres) fueron algo inferiores (-14%); sin embargo en las tres regiones el número de días con lluvias se duplicó. El exceso de precipitaciones y su correspondiente nubosidad y menor oferta de radiación coadyuvan para la ocurrencia de un gradiente de productividad Norte-Centro/Norte-Este, registrándose los mayores en la zona tradicional de arroz. Los ensayos de Evaluación Final de esta zafra reflejan este impacto de las condiciones climáticas, a la vez que resultan en significativas interacciones genotipo \* ambiente que ameritan el análisis individual de cada uno de los ensayos debido a que se registran cambios de ranking muy acentuados en el set de materiales evaluado.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En UE Tbo se realizó un ensayo de "Evaluación Final" (EvFinal) con fechas de siembra 5 de octubre de 2015. El diseño de bloques al azar se realizó con 3 repeticiones. El conjunto de cultivares fue común para todos los ensayos, se incluyeron: -junto a las variedades comerciales **El Paso 144**, **INIA Olimar**, **INIA Tacuarí**, **INIA Parao** y el híbrido **INOV CL** como testigos- 19 cultivares **Indica**, 8 cultivares **Japónica** tropical. Del total (32 cultivares), 7 cultivares son para el sistema Clearfield (R) (2 Japónica tropical, 4 genotipos Indica y un híbrido). Detalles de manejo se ven en el Cuadro 1.

**Cuadro 1** - Detalle de manejo correspondiente al ensayo de Evaluación Final en Tacuarembó, 2015-2016.

| Localización                          | Coordenadas               | Fechas de siembra | Tipo de siembra  | Fert basal*  | Coberturas Nitrógeno* | Herbicidas  |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------|--|--|-----------------------|---|
| Pueblo del Barro, Tacuarembó (UE Tbo) | 32°03'9''S<br>55°25'28''O | 5 /10             | Retorno largo sobre Pradera - Glifosato pre-siembra - Laboreo (2 disqueras cruzadas + 2 Landplane) - Siembra | 9 N,<br>23 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>72 K <sub>2</sub> O, | 41 mac<br>+14 prim    | 1)Clomazone 0.8 lt/ha+ Glifosato 3lt/ha<br>2)Penoxsulam+Triclopyr 1.2 lt/ha + Clomazone 0.6 lt/ha |

\*kg/ha de nutriente.

<sup>32</sup> Ph.D. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. fperez@inia.org.uy.

<sup>33</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Treinta y Tres.

<sup>34</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Tacuarembó.

<sup>35</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Treinta y Tres.

## RESULTADOS

Las variedades testigo en el subgrupo **Indicas** rindieron entre 9.3 y 8.8 T/ha (**El Paso 144** e **INIA Olimar** respectivamente); mientras que **INIA Merín** presentó igual productividad (9 T/ha). En base a "Sano, Seco y Limpio" (SSL), **INIA Merín** se destaca con una bonificación por su calidad molinera que resulta en 9.16 T/ha, mientras las otras variedades testigo tienen "castigos" de 0.4-0.8 T/ha (Cuadro 2). En **EP144** éste castigo se debe a un % de Yesado alto (11.4), y en **INIA Olimar** debido a un bajo % de BT y % de granos enteros. Las líneas más destacadas en otros ensayos (UEPF, fajas en Tacuarembó) como **SLI09197** y **SLF10090** presentan productividad similar a los testigos mencionados. Por otra parte, los rendimientos más altos se corresponden con materiales SLF con más de 10 T/ha (**SLF11037**, **SLF11042**). La diferencia con los testigos resulta no significativa debido a la variación interna en el ensayo (coeficiente de variación de 12%). La performance de las líneas **SLI09043** y **SLI09193** de rendimientos de 9.8-10 T/ha, similar a las anteriores definen el grupo más productivo en esta localidad. Estos genotipos fueron los de menor rendimiento en UEPF, por lo cual se identifica una marcada interacción genotipo\*ambiente para esta zafra en particular.

La variedad **SLI Ep144-Pi2**, derivada de **EP144** y portando el gen Pi-2 de resistencia a Pyricularia, resulta con valores iguales de rendimiento (9.0 vs 9.2 T/ha) y calidad (% de enteros de 50 y 53.3%; % yesado 12.9 vs 11.4) a su parental, indicativos de su similitud genética (Cuadro 2).

**Cuadro 2** - Rendimiento físico (Rend) y "Sano, Seco y Limpio" (SSL) (T/ha), % de Blanco Total (BT), % de granos enteros y % de granos yesosos en Unidad Experimental de Tacuarembó (UAG, Pueblo del Barro) 2015/16. Cultivares **Indicas**.

| Cultivar                    | Rend(T/ha) | SSL(T/ha) | BT%      | Ent%     | Yes%Tot  |
|-----------------------------|------------|-----------|----------|----------|----------|
| SLF11037                    | 10.25      | 9.42      | 61.3     | 53.7     | 8.97     |
| SLF11042                    | 10.19      | 9.88      | 62.9     | 58.8     | 5.05     |
| SLI09043                    | 10.05      | 9.89      | 65.0     | 60.0     | 5.41     |
| SLI09193                    | 9.76       | 9.27      | 61.4     | 57.0     | 5.32     |
| SLF11047                    | 9.67       | 9.27      | 62.8     | 58.0     | 7.24     |
| SLF11046                    | 9.61       | 9.18      | 61.7     | 57.3     | 6.06     |
| SLF11049                    | 9.48       | 9.11      | 62.2     | 58.2     | 5.23     |
| SLF11072                    | 9.43       | 9.17      | 63.6     | 58.9     | 5.26     |
| IRGA 430                    | 9.26       | 9.01      | 61.8     | 60.6     | 1.92     |
| <b>El Paso 144</b>          | 9.25       | 8.54      | 64.2     | 53.3     | 11.43    |
| SLI09197                    | 9.12       | 8.98      | 63.5     | 60.8     | 2.80     |
| L5903-INIA Merin            | 9.03       | 9.16      | 66.0     | 64.3     | 2.02     |
| SLF10090                    | 9.02       | 8.76      | 62.2     | 59.1     | 0.36     |
| SLI Ep144 Pi2 (775-12)      | 9.00       | 8.62      | 64.4     | 56.1     | 7.22     |
| SLI Ep144 Pi33 (777-40)     | 8.91       | 7.93      | 62.7     | 50.2     | 12.95    |
| <b>INIA Olimar</b>          | 8.81       | 8.46      | 61.6     | 57.3     | 5.06     |
| IRGA 429                    | 8.27       | 8.26      | 63.9     | 63.2     | 0.67     |
| Mean of Response            | 8.85       | 8.44      | 63.23    | 57.35    | 6.48     |
| MDS (5%)                    | 1.57       | 1.54      | 2.81     | 5.25     | 0.45     |
| RSquare                     | 0,398381   | 0,442675  | 0,433235 | 0,604341 | 0,675656 |
| RSquare Adj                 | 0,041169   | 0,12918   | 0,11443  | 0,381783 | 0,493213 |
| Root Mean Square Error      | 1.09       | 1.07      | 1.95     | 3.65     | 0.31     |
| CV(%)                       | 12.35      | 12.63     | 3.09     | 6.36     | 4.81     |
| Observations                | 51         | 51        | 51       | 51       | 51       |
| <b>Analysis of Variance</b> | Prob > F   | Prob > F  | Prob > F | Prob > F | Prob > F |
| Model                       | 0,3822     | 0,1921    | 0,2186   | 0,0066   | 0,0006   |
| Bloque                      | 0,0129     | 0,0032    | 0,5622   | 0,1161   | 0,0347   |
| Cultivar                    | 0,8189     | 0,7515    | 0,1784   | 0,0070   | 0,0008   |

Los resultados de la evaluación de cultivares Japónica Tropical se presentan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3** - Rendimiento físico (Rend) y “Sano, Seco y Limpio” (SSL) (T/ha), % de Blanco Total (BT), % de granos enteros y % de granos yesosos en Unidad Experimental de Tacuarembó (UAG, Pueblo del Barro). Cultivares *Japónica tropical*. 2015/16.

| Cultivar                    | Rend (T/ha) | SSL(T/ha) | BT%      | Ent%     | Yes%Tot  |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------|----------|----------|
| L9747                       | 9.67        | 9.72      | 67.3     | 62.4     | 5.0      |
| L10251                      | 8.83        | 8.47      | 62.4     | 58.0     | 5.6      |
| L9752                       | 7.97        | 7.90      | 66.8     | 60.7     | 6.5      |
| L9617                       | 7.49        | 7.28      | 64.6     | 58.7     | 6.5      |
| L10046                      | 7.39        | 7.58      | 67.7     | 64.4     | 1.0      |
| L10090                      | 6.81        | 6.68      | 63.2     | 60.1     | 2.7      |
| <b>INIA Tacuarí</b>         | 6.45        | 6.30      | 64.5     | 57.9     | 4.7      |
| <b>L5502-Parao</b>          | 6.40        | 6.12      | 62.7     | 56.8     | 6.8      |
| Mean of Response            | 7.66        | 7.43      | 64.5     | 58.3     | 6.0      |
| MDS (5%)                    | 0.97        | 0.95      | 1.83     | 2.06     | 2.46     |
| RSquare                     | 0,834406    | 0,853373  | 0,824672 | 0,883546 | 0,795759 |
| RSquare Adj                 | 0,727952    | 0,759113  | 0,711961 | 0,808683 | 0,664461 |
| Root Mean Square Error      | 0.64        | 0.63      | 1.21     | 1.36     | 1.62     |
| CV(%)                       | 8.36        | 8.43      | 1.87     | 2.33     | 26.95    |
| Observations                | 24          | 24        | 24       | 24       | 24       |
| <b>Analysis of Variance</b> | Prob > F    | Prob > F  | Prob > F | Prob > F | Prob > F |
| Model                       | 0,0004      | 0,0002    | 0,0006   | <,0001   | 0,0015   |
| Source                      | Prob > F    | Prob > F  | Prob > F | Prob > F | Prob > F |
| Bloque                      | 0,4313      | 0,1695    | 0,5211   | 0,0003   | 0,0016   |
| Cultivar                    | 0,0002      | <,0001    | 0,0003   | 0,0001   | 0,0063   |

El grupo de genotipos *Japónica Tropical* presenta un rendimiento inferior al grupo de *Indicas*, sin embargo LEs como **L9747**, **L10251** y **L9752** se destacan con rendimientos de más de 8 T/ha. En particular, **L9747** con 9.7 T/ha equipara a **EP144** e **INIA Olimar** (detalles de análisis no mostrados); mientras que en UEPF su rendimiento fue inferior.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados registrados para cultivares Clearfield.

**Cuadro 4** - Rendimiento físico y “Sano, Seco y Limpio” (SSL) (T/ha), reacción a *Pyricularia*, % de Blanco Total, % de granos enteros y % de granos yesosos en Unidad Experimental de Paso de Farías, Artigas 2015/16. Cultivares para el sistema **Clearfield**.

| Cultivar                    | Rend (T/ha) | SSL(T/ha) | BT%      | Ent%     | Yes%Tot  |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------|----------|----------|
| CL244                       | 9.75        | 8.52      | 60.5     | 49.7     | 11.4     |
| <b>Inov CL</b>              | 8.82        | 7.83      | 61.5     | 51.1     | 13.1     |
| CL212                       | 7.74        | 6.57      | 61.6     | 47.2     | 16.5     |
| CL933                       | 7.64        | 6.29      | 60.1     | 45.2     | 17.8     |
| CL860                       | 7.10        | 7.23      | 64.2     | 63.5     | 0.9      |
| IRGA 424 RI                 | 6.74        | 6.63      | 64.4     | 56.5     | 0.8      |
| Puitá INTA CL               | 6.31        | 6.47      | 64.6     | 64.1     | 0.6      |
| <b>Mean of Response</b>     | 8.25        | 7.40      | 62.4     | 52.3     | 10.2     |
| MDS (5%)                    | 2.23        | 2.30      | 1.73     | 7.15     | 6.48     |
| RSquare                     | 0,570595    | 0,431605  | 0,828256 | 0,817557 | 0,864982 |
| RSquare Adj                 | 0,284325    | 0,052675  | 0,703351 | 0,695928 | 0,77497  |
| Root Mean Square Error      | 1.45        | 1.50      | 1.11     | 4.64     | 4.20     |
| CV(%)                       | 17.58       | 20.21     | 1.78     | 8.88     | 41.22    |
| Observations (or Sum Wgts)  | 21          | 21        | 20       | 21       | 21       |
| <b>Analysis of Variance</b> | Prob > F    | Prob > F  | Prob > F | Prob > F | Prob > F |
| Model                       | 0,1358      | 0,4048    | 0,0027   | 0,0019   | 0,0004   |
| Bloque                      | 0,2184      | 0,2099    | 0,2632   | 0,1214   | 0,0554   |
| Cultivar                    | 0,1320      | 0,5111    | 0,0012   | 0,0012   | 0,0002   |

Al igual que en UEPF, los rendimientos en el grupo de cultivares **CL** no variaron significativamente. El cultivar de mayor productividad **CL 244** tuvo una merma importante debido a problemas de calidad (% de entero y alto % de yesado). Similares problemas de calidad presentaron los cultivares más productivos del grupo (INOV CL, CL212 y CL933).

## CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas de la zafra 2015/2016 incidieron de manera diferencial en los genotipos resultando en una significativa interacción genotipos \*ambiente. El ranking de cultivares Indicas y Japónicas en las localidades de UEPF y UETbo fueron muy disímiles. Cultivares como SLF11037, SLF11042, SLI09043, SLI09193, CL244, L9747 de mayor productividad en esta localidad presentaban los menores rendimientos medios del ensayo en UEPF. En general los testigos **El Paso 144**, **INIA Olimar** y la novel variedad **INIA Merín** presentaron rendimientos intermedios (rango 8.8-9.2 T/ha en UETbó; 7.0-8.0 T/ha en UEPF) acordes al potencial que permitieron las condiciones climáticas de la zafra en estas localidades. El cultivar *Indica* **SLI09197** supera a los testigos solo en UEPF. Al igual que en el Norte, **SLI (Ep144- Pi2)** derivada de **El Paso 144** se destaca por una productividad similar a su progenitor.

## BIBLIOGRAFÍA

**PÉREZ DE VIDA F. 2013.** Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Indica*. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

**PÉREZ DE VIDA F. 2014.** Evaluación avanzada de cultivares *Indica*. Actividades de Difusión 713. INIA Treinta y Tres.

**PÉREZ DE VIDA F. G. Carracelas, J. Vargas 2015.** Evaluación Avanzada de Cultivares *Indica*. Actividades de Difusión 751. INIA Tacuarembó

## EVALUACION FINAL DE CULTIVARES: PASO FARÍAS.

F. Pérez de Vida<sup>36</sup>, P. Blanco<sup>37</sup>, G. Carracelas<sup>38</sup>, J. Vargas<sup>39</sup>

**PALABRAS CLAVES:** rendimiento, interacción genotipo\*ambiente, germoplasma elite.

### INTRODUCCIÓN

El material elite se define luego de una serie de años de evaluación en el campo experimental de Paso de la Laguna, Treinta y Tres. La etapa evaluación final de cultivares se realiza mediante una serie de ensayos que procuran explorar el comportamiento de estos en diferentes ambientes, con el objetivo de valorar la interacción genotipo\*ambiente. Con este propósito -al igual que en años anteriores- se sembraron ensayos en Paso Farías (UEPF, Artigas), Pueblo del Barro (UE Tbó, Tacuarembó) y dos fechas de siembra en Paso de la Laguna (UEPL, Treinta y Tres). En la zafra **2015/16** las condiciones climáticas resultaron atípicas con precipitaciones superiores durante el ciclo del cultivo (Octubre-Marzo) al promedio histórico en la región Norte (+52%) y Centro-Norte (+11%). En el Este (Treinta y Tres) fueron algo inferiores (-14%); sin embargo en las tres regiones el número de días con lluvias se duplicó. El exceso de precipitaciones y su correspondiente nubosidad y menor oferta de radiación coadyuvan para la ocurrencia de un gradiente de productividad Norte-Centro/Norte-Este, registrándose los mayores en la zona tradicional de arroz. Los ensayos de Evaluación Final de esta zafra reflejan este impacto de las condiciones climáticas, a la vez que resultan en significativas interacciones genotipo \* ambiente que ameritan el análisis individual de cada uno de los ensayos debido a que se registran cambios de ranking muy acentuados en el set de materiales evaluado.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En UEPF se realizó un ensayo de “Evaluación Final” (EvFinal) con fechas de siembra 1 de octubre de 2015. El diseño de bloques al azar se realizó con 3 repeticiones. El conjunto de cultivares fue común para todos los ensayos donde se incluyeron: -junto a las variedades comerciales **El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí, INIA Parao** y el híbrido **INOV CL** como testigos- 19 cultivares **Indica**, 8 cultivares **Japónica** tropical. Del total (32 cultivares), 7 cultivares son para el sistema Clearfield (R) (2 Japónica tropical, 4 genotipos Indica y un híbrido). Detalles de manejo se ven en el Cuadro 1.

**Cuadro 1** - Detalle de manejo correspondiente al ensayo de Evaluación Final en Tacuarembó, 2015-2016.

| Localización                | Coordenadas                | Fechas de siembra | Tipo de siembra                                | Fert basal*  | Coberturas Nitrógeno* | Herbicidas   |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|--|--|-----------------------|--|
| Paso Farías, Artigas (UEPF) | 30°30'13''S<br>57°07'36''O | 1 /10             | Lab Verano, Glifosato pre-siembra + Lab Mínimo | 9 N, 23 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 72 K <sub>2</sub> O, | 46mac+46prim          | 1)Clomazone 0.6 lt/ha + Glifosato 3lt/ha<br>2) Bispiribac 0.12 lt/ha<br>3)Penoxsulam 0,175 lt/ha |

\*kg/ha de nutriente.

### RESULTADOS

Dadas las condiciones del ambiente se destacó una significativa diferencia en la productividad según los subtipos *Indica* vs *Japónica* Tropical, indicando la mayor adaptabilidad de las primeras en la zona norte. Dadas esas

<sup>36</sup> Ph.D. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. [fperez@inia.org.uy](mailto:fperez@inia.org.uy)

<sup>37</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Treinta y Tres.

<sup>38</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Tacuarembó.

<sup>39</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Arroz. INIA Treinta y Tres.

diferencias y para mayor facilidad en el análisis y presentación de la información se realizan ANOVAs por subtipo. En el caso de los cultivares adecuados al sistema Clearfield se analizan de modo conjunto, independientemente de su subtipo; la especificidad de su "nicho" productivo amerita su consideración de modo separado de los genotipos "no CL".

En el grupo de Indicas, el cultivar **SLI09197** se ha destacado por un alto potencial en ensayos de fajas en diversas localidades en las dos últimas zafas (Pérez de Vida, 2014, 2015 y en esta publicación), constituyéndose en un genotipo de interés por su productividad, calidad molinera y resistencia a *Pyricularia*. Sin embargo su ciclo a floración (110 días, similar a **El Paso 144**) y ciclo a cosecha (5-7 días superior a aquella variedad), motiva la identificación de cultivares de ciclo intermedio. **SLI09193** presenta aprox. 7-10 días de precocidad respecto a la LE mencionada. Su potencial ha sido en general algo inferior a las de ciclo mayor, pero similar a **INIA Olimar**. Su resistencia a *Pyricularia* es HR, al igual que en **SLI09197**. **SLF10090** es un cultivar de alta productividad pero su ciclo a floración es aún más largo (+5-7 días que EL PASO 144) resulta poco adaptado para algunos sistemas productivos. Es de destacar la productividad, calidad molinera y resistencia a *Pyricularia* en el novel material **SLI (El Paso 144-Pi2)**, línea sustancialmente derivada de **El Paso 144** portando el gen Pi-2 de resistencia a *Pyricularia* (Cuadro 2).

**Cuadro 2** - Rendimiento físico (Rend) y "Sano, Seco y Limpio" (SSL) (T/ha), reacción a *Pyricularia*, % de Blanco Total, % de Granos Enteros y % de Yeso en UEPF Artigas 2015/16. Cultivares **Indicas**.

| Cultivar                      | Rend(T/ha)  | SSL(T/ha)   | Pyri*    | BT%         | Ent%        | Yes%Tot     |
|-------------------------------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|
| SLF10090                      | 8.90        | 8.36        | 0        | 65.2        | 50.7        | 0.23        |
| SLI09197                      | 8.24        | 8.19        | 0        | 65.9        | 60.7        | 0.21        |
| SLI El Paso 144-Pi2 (777-40)  | 8.20        | 7.95        | 0        | 64.8        | 57.2        | 2.18        |
| IRGA 429                      | 8.13        | 7.92        | 0        | 63.1        | 60.0        | 0.75        |
| SLI El Paso 144-Pi33 (775-12) | 8.06        | 7.79        | 0-7      | 67.0        | 54.5        | 0.56        |
| SLF11072                      | 7.93        | 7.77        | 0        | 64.6        | 59.3        | 2.19        |
| L5903-INIA Merin              | 7.89        | 7.84        | 0        | 65.3        | 61.1        | 1.00        |
| SLF11047                      | 7.45        | 7.29        | 0        | 63.4        | 60.2        | 1.72        |
| <b>El Paso 144</b>            | <b>7.38</b> | <b>7.08</b> | <b>8</b> | <b>63.7</b> | <b>56.2</b> | <b>4.01</b> |
| SLF11049                      | 7.21        | 7.00        | 0        | 63.0        | 59.0        | 0.42        |
| SLF11046                      | 7.16        | 7.12        | 0        | 65.5        | 61.1        | 0.69        |
| <b>INIA Olimar</b>            | <b>6.95</b> | <b>6.77</b> | <b>8</b> | <b>62.4</b> | <b>60.4</b> | <b>0.24</b> |
| IRGA 430                      | 6.92        | 6.66        | 0        | 61.2        | 59.1        | 0.72        |
| SLF11042                      | 6.84        | 6.65        | 0        | 63.0        | 59.5        | 0.62        |
| SLI09193                      | 6.74        | 6.66        | 0        | 63.9        | 61.8        | 0.34        |
| SLI09043                      | 6.71        | 6.67        | 0        | 65.6        | 61.1        | 0.45        |
| SLF11037                      | 6.57        | 6.34        | 0        | 63.3        | 58.0        | 0.57        |
| Mean of Response              | 7.75        | 7.56        |          | 64.2        | 59.1        | 0.98        |
| MDS (5%)                      | 1.00        | 0.96        |          | 0.21        | 0.32        | 0.97        |
| $\alpha=0,050$ t=             | 2           | 2           |          | 2           | 2           | 2           |
| RSquare                       | 0,599858    | 0,604997    |          | 0,597061    | 0,767355    | 0,771019    |
| RSquare Adj                   | 0,369473    | 0,377571    |          | 0,365066    | 0,633408    | 0,639181    |
| Root Mean Square Error        | 0.69        | 0.66        |          | 0.15        | 0.22        | 0.67        |
| CV(%)                         | 8.96        | 8.80        |          | 0.23        | 0.38        | 68.6        |
| Observations                  | 53.00       | 53          |          | 53          | 53          | 53          |
| Analysis of Variance          | Prob > F    | Prob > F    |          | Prob > F    | Prob > F    | Prob > F    |
| Model                         | 0,0077      | 0,0067      |          | 0,0084      | <,0001      | <,0001      |
| Source                        | Prob > F    | Prob > F    |          | Prob > F    | Prob > F    | Prob > F    |
| Bloque                        | 0,1414      | 0,0752      |          | 0,4492      | 0,1187      | 0,1409      |
| Cultivar                      | 0,0068      | 0,0070      |          | 0,0058      | <,0001      | <,0001      |

\* reacción a *Pyricularia* en cama de infección (Paso de la Laguna, S.Martínez com.pers, 2016)

El material *Japónica Tropical* presenta en este ambiente dadas la particularidad del año una escasa expresión de su potencial de rendimiento (Cuadro 3). Líneas experimentales destacadas como **L9747**, **L9752** y las variedades

**INIA Tacuarí y Parao** de reconocido valor productivo en la región Este producen significativamente por debajo de **EL PASO 144** e **INIA Olimar** (detalles de análisis no mostrados).

Los rendimientos en el grupo de cultivares **CL** (Cuadro 4) no variaron significativamente y la mayor productividad del cultivar híbrido **INOV CL** fue similar a la de variedades (**CL933 e IRGA424RI**) y así como a otras Indicas en cuadro 2. **CL244** de adecuada productividad en ambientes del Este rinde aprox. 1 t/ha menos que los cultivares de su grupo de mayor expresión de potencial. En Tacuarembó (Pérez de Vida, en esta publicación) sin embargo su rendimiento fue muy destacado en este grupo.

**Cuadro 3** - Rendimiento físico (Rend) y “Sano, Seco y Limpio” (SSL) (T/ha), reacción a *Pyricularia*, % de Blanco Total, % de granos enteros y % de granos yesosos en UEPF Artigas 2015/16. Cultivares **Japónica tropical**

| Cultivar               | Rend (T/ha) | SSL(T/ha) | Pyri* | BT%      | Ent%     | Yes%Tot  |
|------------------------|-------------|-----------|-------|----------|----------|----------|
| INIA Tacuarí           | 5.44        | 5.32      | 4     | 65.2     | 58.1     | 1.34     |
| L10046                 | 5.56        | 5.43      | 0     | 64.9     | 58.2     | 0.52     |
| L10090                 | 5.33        | 4.54      | 0     | 55.1     | 45.3     | 3.54     |
| L10251                 | 6.48        | 5.81      | 0     | 57.9     | 50.0     | 2.34     |
| L5502-Parao            | 5.40        | 5.24      | 0     | 62.9     | 58.9     | 3.35     |
| L9617                  | 6.51        | 6.40      | 0     | 64.5     | 59.6     | 1.95     |
| L9747                  | 5.15        | 5.03      | 0     | 64.5     | 58.5     | 1.71     |
| L9752                  | 5.37        | 5.35      | 0     | 64.9     | 61.1     | 2.17     |
| Mean of Response       | 6.12        | 5.88      |       | 63.1     | 57.0     | 2.06     |
| MDS (5%)               | 1.51        | 1.48      |       | 0.17     | 0.17     | 1.05     |
| $\alpha=0,050$ t=      | 2           | 2         |       | 2        | 2        | 2        |
| RSquare                | 0,393985    | 0,448769  |       | 0,950975 | 0,976076 | 0,77051  |
| RSquare Adj            | -0,02556    | 0,067148  |       | 0,917035 | 0,959514 | 0,611632 |
| Root Mean Square Error | 0.99        | 0.97      |       | 0.11     | 0.11     | 0.7      |
| CV(%)                  | 16.12       | 16.50     |       | 0.18     | 0.19     | 33.6     |
| Observations           | 23          | 23        |       | 23       | 23       | 23       |
| Analysis of Variance   | Prob > F    | Prob > F  |       | Prob > F | Prob > F | Prob > F |
| Source                 | 0,5249      | 0,3832    |       | <,0001   | <,0001   | 0,0054   |
| Source                 | Prob > F    | Prob > F  |       | Prob > F | Prob > F | Prob > F |
| Bloque                 | 0,1841      | 0,1440    |       | 0,0461   | 0,0047   | 0,9677   |
| Cultivar               | 0,6354      | 0,5246    |       | <,0001   | <,0001   | 0,0024   |

\* reacción a *Pyricularia* en cama de infección (PDL, S. Martínez com.pers, 2016)

**Cuadro 4** - Rendimiento físico y “Sano, Seco y Limpio” (SSL) (T/ha), reacción a *Pyricularia*, % de Blanco Total, % de granos enteros y % de granos yesosos en Unidad Experimental de Paso de Farías Artigas 2015/16. Cultivares para el sistema **Clearfield**.

| Cultivar               | Rend (T/ha) | SSL(T/ha) | Pyri* | BT%      | Ent%     | Yes%Tot  |
|------------------------|-------------|-----------|-------|----------|----------|----------|
| Inov CL                | 7.92        | 7.74      | 7     | 62.6     | 61.1     | 0.48     |
| CL933                  | 7.67        | 7.30      | 0     | 62.7     | 56.3     | 5.4      |
| IRGA 424 RI            | 7.50        | 7.11      | 0     | 64.4     | 53.1     | 0.2      |
| CL860                  | 7.15        | 6.61      | 0     | 63.8     | 48.4     | 0.13     |
| CL212                  | 7.00        | 6.78      | 2     | 61.8     | 60.1     | 1.3      |
| CL244                  | 6.84        | 6.65      | 6     | 61.9     | 60.2     | 0.68     |
| Puitá INTA CL          | 5.99        | 5.72      | 7     | 63.4     | 54.9     | 0.18     |
| Mean of Response       | 6.97        | 6.68      |       | 62.9     | 56.7     | 1.61     |
| MDS (5%)               | 1.36        | 1.36      |       | 0.23     | 0.32     | 1.44     |
| $\alpha=0,050$ t=      | 211,991     | 211,991   |       | 211,991  | 211,991  | 211,991  |
| RSquare                | 0,47729     | 0,480838  |       | 0,343812 | 0,862738 | 0,872195 |
| RSquare Adj            | 0,150595    | 0,156362  |       | -0,06631 | 0,776949 | 0,792316 |
| Root Mean Square Error | 0.90        | 0.91      |       | 0.16     | 0.21     | 0.96     |
| CV(%)                  | 12.97       | 13.61     |       | 0.25     | 0.38     | 59.4     |
| Observations           | 27          | 27        |       | 27       | 27       | 27       |
| Analysis of Variance   | Prob > F    | Prob > F  |       | Prob > F | Prob > F | Prob > F |
| Model                  | 0,2407      | 0,2330    |       | 0,6013   | <,0001   | <,0001   |
| Bloque                 | 0,2324      | 0,2430    |       | 0,8935   | 0,4599   | 0,0531   |
| Cultivar               | 0,2593      | 0,2448    |       | 0,4602   | <,0001   | <,0001   |

## CONCLUSIONES

En las condiciones particulares de la zafra pasada el cultivar *Indica* **SLI09197** supera a los testigos en esta localidad. **SLI (El Paso 144- Pi2)** derivada de **El Paso 144** se destaca por una productividad similar a su progenitor, y excelente resistencia a *Pyricularia* (reacción HR). Ambos genotipos contribuyen con una sólida resistencia a *Pyricularia*, alto potencial productivo y adecuada calidad molinera.

## BIBLIOGRAFÍA

**PÉREZ DE VIDA F. 2013.** Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Indica*. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

**PÉREZ DE VIDA F. 2014.** Evaluación avanzada de cultivares *Indica*. Actividades de Difusión 713. INIA Treinta y Tres.

**PÉREZ DE VIDA F. G. Carracelas, J. Vargas 2015.** Evaluación Avanzada de Cultivares *Indica*. Actividades de Difusión 751. INIA Tacuarembó

## V) ECONOMIA

### MONITOREO DE COMPETITIVIDAD DE LA CADENA ARROCERA

B. Ferraro<sup>40</sup>, B. Lanfranco<sup>40</sup>

**PALABRAS CLAVES:** MAP, políticas públicas, costos, transferencias.

#### INTRODUCCIÓN

La siguiente es una actualización del estudio de competitividad de la cadena arrocerera en el Uruguay. Una forma de medir esa competitividad es evaluando en el tiempo su capacidad de generar beneficios económicos a través de la actividad exportadora y transferir una parte de los mismos hacia el resto de la economía. Los resultados surgidos del análisis de 8 zafra arroceras (2007/08 a 2014/15) fueron presentados en la jornada Arroz-Soja de agosto de 2015 en INIA-Treinta y Tres<sup>41</sup>. La evidencia recogida mostró que el sector arrocerero es un rubro de actividad dinámico que transfiere fuertes recursos al resto de la economía no recibiendo subsidios de ninguna especie.

En términos promedios, el 60% de los beneficios generados por la cadena arrocerera se transfieren anualmente al resto de la economía nacional. En los últimos años, se viene observando un paulatino deterioro de su nivel de competitividad, producto de un importante incremento en los costos de producción, en todos los eslabones de la cadena y esto se ve reflejado en su capacidad contributiva.

El objetivo de este trabajo es extender el análisis con la incorporación de los resultados definitivos de la zafra 2014-15 y los resultados primarios de la zafra 2015-16. Al igual que en el estudio original, se utilizó el llamado método de la matriz de análisis de políticas (MAP) desarrollado por Monke y Pearson (1989). Aportes posteriores de Vieira y otros (2001) y de Oliveira y otros (2012) convirtieron a la MAP en instrumento ampliamente utilizados por EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) para sus estudios sobre competitividad de las cadenas agroindustriales en Brasil. A nivel nacional, INIA ha utilizado este instrumento metodológico para el análisis no solo de la cadena arrocerera sino también para la de manzana Gala y carne bovina (Rava, Lanfranco y Ferraro, 2011; Rava, Ferraro y Lanfranco, 2012).

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La construcción de la MAP implica la estimación de los ingresos, costos y beneficios para todos los eslabones de la cadena incluidos en el estudio. En el caso de la cadena arrocerera se definieron cuatro: 1) chacra de arroz; 2) transporte de chacra a molino; 3) procesamiento en el molino y empaque; 4) transporte al punto de salida de exportación (puerto, frontera seca).

Los ingresos, costos y beneficios se pueden presentar en forma abierta, eslabón por eslabón (MAP expandida), o agregados para toda la cadena, en una única matriz. Los valores se expresan en unidades monetarias por unidad de producto; en este caso, se expresan en dólares americanos por tonelada de arroz cáscara. El cálculo de las eventuales transferencias entre el sector estudiado (cadena arrocerera) y el resto de la economía surge a partir de la cuantificación de los efectos de las políticas públicas que actúan sobre el sector directa o indirectamente (tributación, transferencias directas, subsidios) y de eventuales distorsiones causadas por fallas de mercado.

Para esta etapa del estudio se tomaron en consideración los últimos nueve ejercicios agrícolas, que van desde la zafra 2007/08 hasta la 2015/16. Los datos y resultados para este último ejercicio son preliminares pues el año

<sup>40</sup> INIA, Economía Aplicada.

<sup>41</sup> Lanfranco, B., Ferraro, B., y Rava, C. (2015) "Indicadores de Competitividad de la Cadena Arrocerera." En Arroz-Soja: Resultados Experimentales 2014-2015. INIA Actividades de Divulgación 748: 1-4.

comercial correspondiente a la última cosecha comenzó el 1 de marzo de 2016 y recién culmina el 28 de febrero de 2017. Asimismo, el precio al productor aun no es el final, estando en vigencia el provisorio, al momento de este trabajo.

La MAP fue calculada para cada uno de los años incluidos en el estudio. Por razones de espacio, los resultados de cada una no son presentados en esta instancia. A los efectos del objetivo de este trabajo basta solamente con presentar la serie de indicadores calculados a partir de las mismas. Estos indicadores son útiles para medir el nivel de competitividad de la cadena, a través del flujo de transferencias hacia o desde la misma al resto de la economía:

Transferencia Neta de Políticas (TNP): es la suma de los efectos de todas las políticas consideradas (efectos sobre el producto, insumos transables y no transables). Es el valor monetario que las políticas públicas transfieren desde (signo negativo) o hacia la cadena (signo positivo).

Razón de Costo Privado (RCP): Es el cociente entre el costo de los factores domésticos (no transables) y el valor agregado, a precios privados. Cuanto menor es este cociente, mayor es la competitividad de la cadena. Si  $RCP = 1$ , el valor agregado es exactamente igual a la remuneración de los factores domésticos. Si  $RCP < 1$ , los factores domésticos están recibiendo un retorno mayor al normal y, por tanto, la actividad puede mantener los factores domésticos en su uso actual y aun expandirse. Si  $RCP > 1$ , dichos factores no están siendo remunerados en forma acorde, por lo que no podrán ser mantenidos en la actividad en el mediano y largo plazo, en las condiciones prevalentes.

Razón de Costos Domésticos (RCD): Se mide e interpreta en forma análoga al RCP, pero a precios sociales. Indica cuantos recursos domésticos (no transables) se utilizan para generar un dólar de ingreso.

Coefficiente de Protección Nominal (CPN): Es el cociente entre el precio privado y el precio social. Mide el grado de protección de la cadena. Si  $CPN = 1$ , las políticas públicas no está alterando el precio privado en relación al social. Un  $CPN > 1$  indica una protección positiva, en tanto que  $CPN < 1$  indican desprotección, o un nivel de tributación implícita ya que el valor recibido por la cadena es menor al que recibiría a precios de mercado.

Coefficiente de Protección Efectiva (CPE): Es el cociente entre el valor agregado a precios privados y el valor agregado a precios sociales. Considera los efectos de políticas distorsionantes sobre los productos y los insumos transables, estimando en qué medida las políticas que afectan los mercados de productos hacen que el valor agregado difiera del que surgiría en ausencia de políticas sectoriales. Las consideraciones acerca de su signo y magnitud son similares que para el caso del CPN; sin embargo, el CPE representa una medida más completa de los incentivos proporcionados por las políticas públicas.

Razón de Subsidios a la Cadena (RSC): Mide la transferencia neta de las políticas, como proporción del producto social total. Permite realizar comparaciones acerca de la extensión en la que las políticas públicas subsidian a los sistemas de producción. Cuanto menor es la magnitud de la RSP, en términos absolutos, menor es el nivel de subsidios existentes en las cadenas. Un valor negativo ( $RSP < 0$ ) indica que la cadena está gravada y no subsidiada.

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El valor de los indicadores calculados para cada año agrícola se presenta en el cuadro 2. En la primera columna aparecen los seis indicadores seleccionados cuyos valores se presentan en cada fila. Las siguientes columnas presentan dichos valores para cada una de las ocho zafras. Lo primero a observar es que el valor calculado para TNP es de signo negativo para todo el período, lo que indica que, año tras año, la cadena arrocerera transfiere recursos al resto de la economía. El monto transferido osciló entre US\$48 y US\$80 anuales por tonelada de arroz equivalente cáscara (paddy), con un valor promedio de US\$62,40 para todo el período. Sin embargo, el volumen

de las transferencias registra una caída importante en los últimos cuatro ejercicios, producto de una caída en el nivel de rentabilidad del negocio a través de toda la cadena.

**Cuadro 1** - Indicadores de competitividad de la cadena arrocerá (2007/08 - 2014/15).

| Ratio      | 2007/08 | 2008/09 | 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 | 2014/15 | 2015/16* |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| <b>TNP</b> | -63,86  | -63,29  | -78,64  | -60,17  | -62,02  | -64,66  | -63,71  | -57,58  | -47,65   |
| <b>RCP</b> | 0,71    | 1,20    | 1,24    | 0,67    | 0,79    | 0,77    | 0,76    | 0,78    | 0,95     |
| <b>RCD</b> | 0,42    | 0,66    | 0,64    | 0,38    | 0,46    | 0,45    | 0,45    | 0,46    | 0,62     |
| <b>CPN</b> | 0,97    | 0,97    | 0,96    | 0,97    | 0,97    | 0,97    | 0,97    | 0,96    | 0,96     |
| <b>CPE</b> | 0,86    | 0,80    | 0,81    | 0,88    | 0,88    | 0,89    | 0,91    | 0,91    | 0,94     |
| <b>RSC</b> | -0,13   | -0,17   | -0,20   | -0,15   | -0,14   | -0,14   | -0,14   | -0,14   | -0,14    |

Nota: TNP se expresa en US\$ por tonelada, equivalente *paddy*. Los restantes indicadores no tienen unidad. Los datos de la zafra 2015/16 son parciales debido a que el año comercial no terminó.

Los valores superiores a la unidad mostrados por el RCP para los ejercicios 2008/09 y 2009/10 determinaron que para esas dos zafras los factores domésticos (FD) de producción no fueron remunerados en su totalidad ( $RCP > 1$ ). Fueron años de resultados muy magros para la cadena arrocerá tras una importante caída en los precios de exportación en los que igualmente la cadena hizo una muy importante contribución a la economía nacional

En las restantes siete zafras, en que la magnitud del indicador fue menor a uno ( $RCP < 1$ ), los FD pudieron ser remunerados completamente, en términos globales. Si bien los resultados del ejercicio 2015/16 aún son preliminares, el valor de este indicador se acerca a la unidad para este último ejercicio. Por su parte, el valor de RCD resultó ser siempre menor al RCP e inferior a uno ( $RCD < RCP < 1$ ). Esto indica que en ausencia de políticas públicas, el sector es capaz de remunerar completamente a los FD y generar excedentes.

Otro resultado importante a considerar refiere a los valores obtenidos para el CPN y para el CPE. Ambos indicadores dan cuenta de cuánto afectan las políticas públicas a los ingresos, con y sin ajuste por los costos transables, respectivamente. Durante todo el período analizado, los valores de CPN y CPE fueron inferiores a la unidad ( $CPE < CPN < 1$ ). Esto sugiere que las políticas públicas no alteraron fuertemente las relaciones de precios ( $CPN < 1$ ) y que la cadena arrocerá es fuertemente competitiva ( $CPE \ll 1$ ), no obstante su magnitud viene mostrando un deterioro, sobre todo en los últimos años.

El signo negativo y la magnitud del indicador RSC para todo el período ( $RSC < 0$ ) confirma que, en términos netos, la cadena arrocerá no recibe subsidios. Por el contrario, el sector está gravado en términos netos y refleja una gran capacidad contributiva hacia el resto de la economía. Esto lo atestiguan los valores calculados como transferencia neta, la que en el promedio del último quinquenio representó un 60% del beneficio neto generado.

**Cuadro 2** - Origen de las transferencias del sector arrocerá al resto de la economía.

|                         | 2007/08 | 2008/09 | 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 | 2014/15 | 2015/16 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Impuestos</b>        | 42,4%   | 39,7%   | 33,8%   | 35,1%   | 33,4%   | 32,5%   | 27,9%   | 27,4%   | 17,2%   |
| <b>Costo de Capital</b> | 23,3%   | 23,8%   | 31,9%   | 31,0%   | 27,8%   | 28,7%   | 31,7%   | 28,6%   | 28,7%   |
| <b>Seguridad Social</b> | 34,3%   | 36,5%   | 34,4%   | 33,9%   | 38,9%   | 38,8%   | 40,4%   | 44,0%   | 54,1%   |
| <b>Total</b>            | 100%    | 100%    | 100%    | 100%    | 100%    | 100%    | 100%    | 100%    | 100%    |

En términos generales, el origen de estas transferencias hacia otros sectores de la economía reconoce tres orígenes: a) impuestos; b) costo del capital; c) cargas sociales. En el Cuadro 2 se presenta la evolución en la proporción en que cada fuente contribuyó a las transferencias. Se observa que el peso relativo de la carga impositiva disminuyó durante las 9 zafas consideradas pero, cayendo con algunas oscilaciones, del 42,4% en 2007/08 a 17,2% en 2015/16. El promedio para todo el período fue de 32,1%.

Por su parte, las ineficiencias en el costo de capital, medidas a través de la diferencia en tasas de interés que pagan las inversiones en el Uruguay respecto al resto del mundo, experimentó un crecimiento en los primeros tres ejercicios, de 23,3% en 2007/08 hasta 31,9% en 2009/10, manteniéndose en un entorno de entre 27,8% y 31,7% en el último quinquenio. En promedio, esta fuente de divergencias explicó 28,4% de las transferencias totales.

Por último, los aportes a la seguridad social se fueron incrementando a través del período considerado, pasando de 34,3% en 2007/08 a 43,7% en 2014/15. En promedio, estas transferencias representaron 37,6%. Si bien las prestaciones correspondientes a la seguridad social y la salud no son realmente transferencias hacia otros sectores, en el estudio fueron considerados como tal debido a que constituyen, preponderantemente, sistemas de aporte solidario. Una cierta proporción, no estimada en este trabajo, vuelve a la cadena a través de servicios de cobertura mutual, seguros por accidente, enfermedad y seguros de desempleo.

## CONCLUSIONES

Con la inclusión de los datos de una nueva campaña (nueve en total), los resultados parecen confirmar las conclusiones obtenidas en el estudio inicial. Históricamente, el sector arrocerero uruguayo ha cumplido con creces una doble condición: ser muy dinámico y competitivo en el mercado internacional, generando una cantidad muy importante de recursos a través la actividad exportadora, manteniendo, al mismo tiempo, una enorme capacidad contributiva en términos de transferencias hacia el resto de la economía. En promedio, para los últimos 5 años, el 60% de los beneficios generados por la cadena arrocerera fueron transferidos al resto de la economía nacional.

No obstante su muy alta capacidad competitiva, derivada de su nivel tecnológico tanto en el sector primario como en el molinero, la cadena arrocerera no es neutral a los efectos de las políticas públicas. Es así que en los últimos años se viene observando un importante deterioro en la competitividad del sector. Los costos de producción han venido sufriendo un importante incremento, fundamentalmente los no transables (salarios y cargas sociales), afectando la rentabilidad.

Todo esto se ve reflejado en su capacidad contributiva. Los niveles de transferencia hacia otros sectores de la economía continúan siendo importantes y si bien se vienen reduciendo en los últimos cuatro años, no lo han hecho en la misma proporción en que ha venido cayendo la rentabilidad. En términos relativos, la participación de la tributación como mecanismo de transferencia se ha visto reducida con respecto a otras fuentes como la seguridad social y el costo del capital. Esto se explica por el peso del impuesto a la renta. En la medida que caen los beneficios, la recaudación con motivo del mismo se ve reducida. No sucede lo mismo con las transferencias debidas a la seguridad social. Cuanto mayor es el peso de los salarios en la estructura de costos de la cadena, mayor es el peso de las cargas sociales. En el caso del costo del capital, su peso relativo venía cayendo aunque con altibajos, debido a la mejora en las condiciones macroeconómicas (disminución del costo país, recuperación del grado inversor). Cualquier deterioro en dicho equilibrio resulta siempre una amenaza a la competitividad de los sectores agroexportadores.

## BIBLIOGRAFÍA

**DE OLIVEIRA, A.J., TORRES, D.A.P., TALAMINI, D.J.D., MARTINS, F.M., DE LIMA FILHO, J.R., BELARMINO, L.C. y LOPES, M.R.** 20121. Matriz de Análise de Política: Metodologia e Análise. Fundação Getúlio Vargas – EMBRAPA. Brasília, DF: 227 pp.



**MONKE, E.A. y PEARSON, S.R.** 1989. The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development. Cornell University Press, Ithaca: 280 pp

**RAVA, C., FERRARO, B. y LANFRANCO, B.** 2012. Competitividad y transferencias en la cadena cárnica bovina en Uruguay. INIA Serie Técnica 198: 42pp.

**RAVA, C., LANFRANCO, B. y FERRARO, B.** 2011. Beneficios privados y beneficios sociales en la cadena de la manzana para exportación en el Uruguay. INIA Serie Técnica 192: 33pp.

**VIEIRA, R.C.M., TEIXEIRA FILHO, A.R., DE OLIVEIRA, A.J. y LOPES, M.R.** (Editores Técnicos) 2001. Cadeias Produtivas no Brasil. Análise da Competitividade. Fundação Getúlio Vargas – EMBRAPA. Brasília, DF: 469 pp.