

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AGRONÓMICA EN CULTIVOS
COMERCIALES DE ARROZ DE LA EMPRESA SAMAN

por

Nicolás PÉREZ BENTANCOUR
José Ignacio URÍA MACHADO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2018

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Fernando Blas Pérez de Vida

Ing. Agr. Ignacio Macedo Yapor

Ing. Agr. Guillermo Siri Prieto

Fecha: 13 de diciembre de 2018

Autores:-----

Nicolás Pérez Bentancour

José Ignacio Uría Machado

AGRADECIMIENTOS

Al director de la tesis Ing. Agr., MSc., PhD. Fernando Blas Pérez de Vida.

A la Sra. Belky Mesones, encargada de biblioteca en Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Sede Treinta y Tres.

A Ignacio Macedo y Guillermo Siri por la ayuda brindada y hacer parte del tribunal.

A familias, amigos, compañeros de generación y docentes. En especial a Sheila Scheffel Pereira por el apoyo incondicional en momentos complicados en este trabajo.

A Facultad de Agronomía por esta posibilidad.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
A. OBJETIVO GENERAL.....	1
B. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	1
II. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
A. DATOS HISTÓRICOS Y ESTADÍSTICOS DEL URUGUAY.....	2
B. ECOFISIOLOGÍA.....	4
1. <u>Aspectos generales</u>	4
2. <u>Fase vegetativa</u>	5
3. <u>Fase reproductiva</u>	5
4. <u>Llenado de grano y maduración</u>	5
C. INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA.....	5
1. <u>Aspectos generales</u>	5
2. <u>Incidencia en la etapa vegetativa</u>	6
3. <u>Incidencia en la etapa reproductiva</u>	6
4. <u>Incidencia en el llenado de grano</u>	6
D. INCIDENCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR.....	7
1. <u>Aspectos generales</u>	7
2. <u>Incidencia en la etapa vegetativa</u>	7
3. <u>Incidencia en la etapa reproductiva</u>	7
4. <u>Incidencia en el llenado de grano</u>	7
E. POTENCIALES DE RENDIMIENTO.....	7
F. CULTIVARES HÍBRIDOS.....	9
G. HIPÓTESIS.....	10
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	11
A. UBICACIÓN.....	11
B. FUENTE DE DATOS.....	11
1. <u>Información agronómica</u>	11
2. <u>Fuente de datos climáticos</u>	12
C. CULTIVARES EN ESTUDIO.....	12

D.	<u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	13
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	15
A.	<u>ANÁLISIS GENERAL DE LOS DATOS</u>	15
1.	<u>Influencia de factores climáticos</u>	15
a.	Precipitaciones	15
b.	Radiación.....	16
c.	Radiación acumulada macollaje-primordio	16
d.	Radiación acumulada 20 días pre-floración.....	17
e.	Radiación acumulada 20 días post-floración	19
f.	Temperaturas menores a 15 grados 20 días post-floración	21
2.	<u>Cultivares</u>	22
3.	<u>Rendimientos por cultivares</u>	23
4.	<u>Fecha de siembra</u>	24
5.	<u>Fertilización nitrogenada</u>	26
6.	<u>Historia de chacra</u>	28
7.	<u>Fecha de inicio de riego</u>	30
8.	<u>Rendimiento por zonas</u>	32
9.	<u>Rendimientos por zafras</u>	33
B.	<u>INOV CL Y CL212</u>	34
1.	<u>Fecha de siembra</u>	34
2.	<u>Fertilización nitrogenada</u>	35
3.	<u>Historia de chacra</u>	37
4.	<u>Inicio de riego</u>	39
5.	<u>Zonas de cultivo</u>	40
C.	<u>ANÁLISIS DE ESTABILIDAD</u>	41
D.	<u>IMPACTO DEL MANEJO SOBRE EL RENDIMIENTO</u>	42
E.	<u>ANÁLISIS MULTIVARIADO</u>	44
1.	<u>Cluster análisis</u>	44
a.	Conglomerados Inov CL.....	44
b.	Historia de chacra conglomerado Inov CL	45
c.	Conglomerados CL 212	45
d.	Historia de chacra conglomerado CL 212	46
2.	<u>Modelo regresión múltiple</u>	47
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	48
VI.	<u>RESUMEN</u>	49

VII.	<u>SUMMARY</u>	50
VIII.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	51

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Rendimiento potencial, actuales y brechas en diferentes estaciones meteorológicas.....	8
2. Ubicación de datos en estudio.....	11
3. Número de chacras por zonas y cultivares sembrados.....	12
4. Milímetros acumulados en diferentes zafras.....	15
5. Prueba de t Student de la radiación acumulada macollaje-primordio en diferentes zonas	16
6. Prueba de t Student de la radiación acumulada macollaje-primordio en diferentes zafras	17
7. Prueba de t Student de la radiación acumulada 20 días pre-floración en diferentes zonas	18
8. Prueba de t Student de la radiación acumulada 20 días pre-floración en diferentes zafras	18
9. Prueba de t Student de la radiación acumulada 20 días post-floración en diferentes zonas	19
10. Prueba de t Student de la radiación acumulada 20 días post-floración en diferentes zafras	20
11. Prueba de t Student de las zonas con días con temperaturas menores a 15°C post-floración.....	21
12. Prueba de t Student de las zafras con días con temperaturas menores a 15°C post-floración.....	21
13. Número de cultivares sembrados por zonas.....	22
14. Porcentaje de cultivares sembrados por zafras.....	23
15. Fechas de siembra organizadas en quincenas	24
16. Prueba de t Student de las fechas de siembra por zonas	24
17. Prueba de t Student de las fechas de siembra por zafras.....	25
18. Resumen de las fertilizaciones con nitrógeno y fuentes utilizadas	26
19. Prueba de t Student de las fertilizaciones total de nitrógeno en las diferentes zonas.....	27
20. Prueba de t Student de las fertilizaciones total de nitrógeno en las diferentes zafras	27

21. Prueba de t Student de la historia de chacra y rendimiento	28
22. Historia de chacra de Inov CL y CL 212	29
23. Historia de chacra por zonas de Inov CL y CL 212	29
24. Fechas de inicio de riego organizado en quincenas	30
25. Prueba de t Student de los inicios de riego en las diferentes zonas	30
26. Prueba de t Student del inicio de riego en zafras	31
27. Prueba de t Student del rendimiento en diferentes zonas.....	32
28. Prueba t Student de los rendimientos en zafras.....	33
29. Fechas de siembra organizada en quincenas Inov CL	34
30. Fecha de siembra organizada en quincenas CL 212	34
31. Resumen de las fertilizaciones de nitrógeno y sus fuentes en Inov CL.....	36
32. Resumen de las fertilizaciones de nitrógeno y sus fuentes en CL 212	36
33. Historia de chacra en Inov CL	37
34. Historia de chacra en CL 212.....	38
35. Prueba de t Student de las historias de chacras y el rendimiento en Inov CL.....	38
36. Prueba de Student de las historias de chacras y los rendimientos en CL 212	38
37. Inicio de riego Inov CL.....	39
38. Inicio de riego CL 212	39
39. Prueba de t Student del rendimiento por zonas y cultivares	41
40. Impactos del manejo integral del cultivo sobre el rendimiento con rotaciones con pradera Inov CL	42
41. Impactos del manejo integral del cultivo sobre el rendimiento sobre rastrojo de arroz 1 año Inov CL y CL 212	43
42. Comparación entre el impacto de la historia de chacra en Inov CL y CL 212	44
43. Conglomerado de k medias Inov CL	44
44. Conglomerado de k medias CL 212.....	45
45. Modelo de regresión múltiple Inov CL y CL 212.....	47

Figura No.

1. Superficie sembrada con las principales cultivares zafra 2015-2016	4
2. Media de rendimiento en función a la radiación acumulada macollaje-primordio	17
3. Media del rendimiento en función de la radiación acumulada 20 días pre-floración.....	19
4. Media de rendimiento en función de la radiación acumulada 20 días post-floración	20
5. Media de rendimiento en función de los días con temperaturas menores a 15°C post-floración	22
6. Rendimiento de los cultivares estudiados	23
7. Media de rendimiento en función de las fecha de siembra	25
8. Media del rendimiento en función de la fertilización total de nitrógeno	28
9. Fecha de inicio de riego en las diferentes zafras, con sus principales eventos fenológicos	31
10. Rendimiento en función al inicio de riego	32
11. Brecha de rendimiento Inov CL y CL 212.....	33
12. Media de rendimiento en función de las fechas de siembra Inov CL y CL 212	35
13. Media de rendimiento en función a la fertilización total de nitrógeno en Inov CL y CL 212.....	37
14. Media de rendimiento en función del inicio de riego Inov CL.....	40
15. Análisis de estabilidad en Inov CL y CL 212	41
16. Historia de chacra en porcentajes conglomerado Inov CL	45
17. Historia de chacra en porcentajes conglomerado CL 212.....	46
18. Comparación de conglomerados de Inov CL y CL 212.....	46

I. INTRODUCCIÓN

En Uruguay el productor arrocero enfrenta problemas de rentabilidad hace ya varios años, a pesar de que se obtienen rendimientos nacionales elevados, los costos no han acompañado la baja del precio de venta.

Este sectores uno de los más integrados del país, lo cual ha contribuido a que la producción de arroz en Uruguay haya incrementado a una tasa de 147 kg ha⁻¹ año⁻¹ del 2000 al 2016, una de las más altas a nivel mundial (Carracelas, 2016).

En este periodo se ha utilizado cultivares con alto potencial, con la incorporación de prácticas de manejo y una serie de otras tecnologías, como las tecnologías de protección a los cultivos y la nutrición de cultivos. Estas prácticas ha permitido la capitalización de condiciones de clima favorables que ha afectado positivamente la expresión de rendimiento (Carracelas, 2016).

La intensificación en el cultivo a ha traído como consecuencia un problema impórtate de arroz rojo, maleza que afecta el rendimiento y pone en riesgo la viabilidad de los sistemas. A partir de esto surge el sistema Clearfield®, un recurso para combatir eficientemente el arroz rojo en chacras que presentan severas infecciones.

Con la aparición de esta tecnología surgen nuevas variedades. Por un lado los híbridos, donde el principal cultivar es Inov CL, y variedades como CL 212.

A. OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo tiene como objetivo general estudiar, en una serie de 3 zafras, tomando datos comerciales, el comportamiento productivo de Inov CL y CL 212 en relación a factores de manejo y climáticos.

B. OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar si la productividad comercial de los cultivares en estudio se corresponde con los antecedentes generados a nivel experimental; así como analizar si el paquete de manejo agronómico difiere entre ellos y su impacto en el rendimiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. DATOS HISTÓRICOS Y ESTADÍSTICOS DEL URUGUAY

Uruguay es el principal exportador de América Latina ubicándose en el séptimo lugar entre los exportadores mundiales, más del 90 % de su producción es exportada, teniendo como principal destino Irak, Perú y Brasil (ACA, 2014).

En 1919 se registra el primer plantío de Uruguay y a mediados de 1930 el país comienza a abastecer su consumo interno sembrándose 4735 hectáreas, con una producción de 14965 toneladas (ACA, 2014).

En los últimos 20 años el área del cultivo ha ido variando, pero se ha mantenido en el rango de las 150000 y 200000 hectáreas (MGAP. DIEA, 2012).

Según datos de MGAP. DIEA (2016) en la zafra 2015-2016 se sembraron 161200 hectáreas con una producción total de 1.304.000 toneladas.

La zona Este (Laguna Merín) se agrupan los primeros grandes productores, hoy en día considerada como la principal cuenca arroceras. Luego con los años el arroz colonizo otras zonas. En la zafra 2015-2016 se sembraron un total 114.810 hectáreas en la zona Este, siguiéndole la zona Norte con 34.500 hectáreas y la zona Centro con 11.884 hectáreas (MGAP. DIEA, 2016).

A lo largo de los años el número de explotaciones ha ido variando, pero en la última década se ha mostrado un claro descenso, pudiéndose atribuir a la pérdida de competitividad debido a los altos costos internos y a los precios internacionales que no han acompañado (MGAP. DIEA, 2012).

Uruguay tiene un total de 391 explotaciones arroceras ubicándose el 67 % en el Este, el 22 % en el Norte-litoral y el 11% en la zona centro. El productor arrocero uruguayo se caracteriza por ser arrendatario de la tierra (77 % del área sembrada), el 76 % de las explotaciones tiene una superficie menor a las 500 hectáreas. El 62 % de la superficie regada en el Uruguay es por levantes (eléctricos en su mayoría) ubicados en represas o causes, y el restante 38 % es regado por gravedad a partir de represas (MGAP. DIEA, 2016).

En el año 1969 se crea la Estación Experimental del Este, creando una línea investigativa para este cultivo, donde en una primera etapa dedica sus escasos recursos humanos y económicos para solucionar problemas de manejo de cultivo (laboreo, fertilización, control de malezas y rotaciones), esto permite generar información que ayuda al crecimiento y desarrollo del cultivo en el país (Chebataroff, 2012).

A fines de la década del 60 ante las dificultades en la comercialización frente a la demanda de nuevos genotipos de grano largo tipo americano, con mayor valor en mercado internacional, se prueba por parte de productores y en la Estación Experimental del Este una serie de variedades provenientes de Estados Unidos y Australia, entre ellas Bluebelle proveniente de Texas. Esta variedad se destaca en grano largo dentro de las

evaluaciones realizadas por COOPAR., SAMAN. y la Estación Experimental del Este. Su potencial fue más alto que en su zona de origen debido al alargamiento del ciclo de floración y al llenado de grano superando las 8 toneladas en condiciones experimentales (Chebataroff, 2012).

A partir del año 1970 se procede a la importación de semilla de Estados Unidos expandiéndose rápidamente en el área sembrada del país, para ser exportada a los principales destinos (Europa, Nigeria e Irán) a un valor mayor del mercado internacional. Esta variedad permaneció 18 años en las chacras, llegando a ocupar el 90 % del área en 1980 (Chebataroff, 2012).

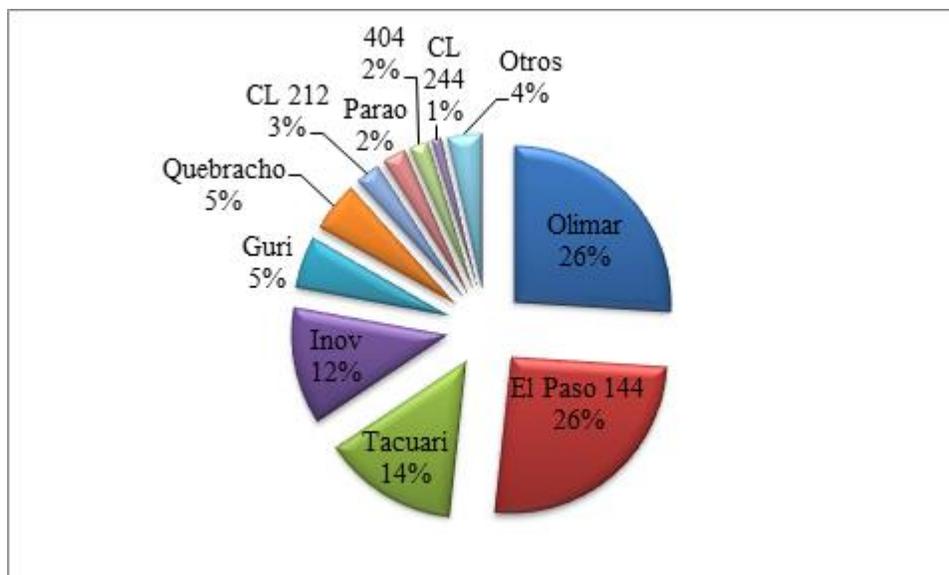
A partir de 1989 Bluebelle va disminuyó su aérea con la aparición de un nuevo cultivar indico, semi enano, seleccionado de una población segregante de CIAT, El Paso 144. La selección de este cultivar en las condiciones climáticas en Uruguay determino diferentes características en calidad, ciclo más corto, mayor productividad, pero sobre todo una marcada tolerancia a la resistencia al frío, obteniéndose índices inferiores de esterilidad de granos en siembras tardías, respecto a los materiales anteriores. Este material es liberado en un momento que comienzan a ser importante los volúmenes exportados a Brasil, debido a las dificultades en los mercados más frecuentes para el arroz uruguayo (Chebataroff, 2012).

En la actualidad El Paso 144 no tiene restricciones en los mercados en cuanto a sus características de calidad, debido a que tiene un buen comportamiento en cocción, textura suave, expansión adecuada, baja pegajosidad y se adapta al proceso de parbolizado (Chebataroff, 2012).

Con el paso de los años INIA Treinta y Tres lanza la variedad Tacuarí, un cultivar de tipo americano, precoz, con algunas restricciones en cuanto a las enfermedades al tallo pero con buena productividad y calidad, sustituyendo así a Bluebelle en el año 1996 (Chabataroff, 2012).

Posteriormente INIA libera otras variedades de grano largo que en general tuvieron menor importancia, hasta que finalmente se liberó INIA Olimar, un cultivar semi enano, de alto rendimiento y buena calidad de grano que hoy ocupa gran parte de la superficie arroceras del país (Chebataroff, 2012).

Figura No.1. Superficie sembrada con las principales cultivares zafra 2015-2016



Fuente: MGAP. DIEA (2016).

La intensificación del cultivo trae como consecuencia un problema importante de arroz rojo, maleza que afecta el rendimiento y pone en juego la viabilidad de sistemas que se encuentran muy infestados. El sistema Clearfield® es el único recurso actualmente disponible (no transgénico) para el combate eficiente de arroz rojo en campos con infestación severa. Fue desarrollado por BASF y consiste en la combinación del uso de un herbicida (KIFIX®) y el uso de semillas certificadas de cultivares que poseen mutaciones que le otorga resistencia al herbicida (Macedo, 2014).

Desde su liberación en 2009 la tecnología ha crecido exponencialmente pasando ocupar en la zafra 2015-2016 el 21,2 % del área total sembrada. Con la aparición de esta tecnología han aparecido nuevas variedades, por un lado híbridos, donde el principal material sembrado es Inov CL y variedades como INTA Guri, INIA CL 212 e INIA CL 244 (MGAP. DIEA, 2016).

B. ECOFISIOLOGÍA

1. Aspectos generales

El arroz (*Oryza sativa*) es considerado una planta anual, de origen subtropical, adaptada a un hábitat acuático con temperaturas y una humedad elevadas (Yoshida, 1981).

El ciclo fenológico del arroz puede ser influenciado por el fotoperiodo y la temperatura. Cultivares insensibles al fotoperiodo son característicos de la agricultura moderna; es así que la temperatura es el factor climático con mayor influencia en el ciclo (Yoshida, 1981).

Según Chebataroff (2012) el crecimiento del arroz se puede dividir en etapas o fases, la vegetativa, que se extiende desde la germinación hasta la iniciación panicular y la reproductiva que abarca desde este punto hasta la maduración, incluyendo las etapas de llenado de grano y maduración fisiológica.

2. Fase vegetativa

En esta etapa se determina el número máximo de macollos que luego con muerte de los mismos quedara definido el número potencial de panojas, de acuerdo con el tipo de plantas y la densidad (De Datta, 1981).

3. Fase reproductiva

Este periodo es bastante constante, pero puede variar entre 27 y 46 días dependiendo del cultivar y el clima. En el periodo que va desde la diferenciación del primordio hasta cuando comienza la floración es la etapa donde el cultivo de arroz se vuelve más sensible a factores climáticos adversos (Yoshida, 1981).

Durante la fase reproductiva queda definidos el número de granos y el tamaño, así como el estado de sus hojas que va a determinar el rendimiento final (Chebataroff, 2012).

4. Llenado de grano y maduración

Esta etapa da inicio con el 50 % de la floración y finaliza con un porcentaje de humedad de grano del 20 %, donde ya no hay más deposición de carbohidratos en el grano y comienza un periodo de pérdida de humedad. . Las condiciones en esta etapa del cultivo son importantes ya que determinan el último componente del rendimiento, el peso de los granos. El grado de llenado del grano y las condiciones climáticas presentes en este periodo determinan la calidad industrial y culinaria del grano (Ferreira y Mountauban, 1998).

C. INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA

1. Aspectos generales

El arroz, una especie de origen subtropical, sobrevive a un amplio rango de temperaturas (10 a 50° C) siendo más afectadas por las temperaturas mínimas (Chang et al., citados por Macedo, 2014).

Temperaturas por debajo de los 20 grados o superiores a 30 grados generalmente son consideradas críticas para el arroz. Esto varía dependiendo del estado de desarrollo que se encuentre la planta, la variedad, la duración en que la planta es expuesta a temperaturas críticas y el estado fisiológico de la planta (Yoshida, 1981).

El daño que causa en el cultivo de arroz son el fracaso en la germinación, retraso en la emergencia de plántulas, retraso del crecimiento, descoloración de hojas, degeneración de la punta de la panoja, incompleta excursión de la panoja, retraso en la

floración, alta esterilidad de espiguillas y madurez irregular. De todos estos, alta esterilidad de espiguillas, retraso en la floración y madurez irregular son los que generalmente se da en varios países (Yoshida, 1981).

2. Incidencia en la etapa vegetativa

En las condiciones climáticas en Uruguay, la zona Este del país hay menor probabilidad de periodos muy fríos en las primeras etapas del cultivo, retrasando la emergencia y su crecimiento (Gamarra, 1996).

De 3 a 5 semanas posteriores a la siembra, la temperatura afecta la tasa de macollaje y la tasa de crecimiento relativo. Las altas temperaturas aumentan la tasa de emergencia de hojas y se producen más de 6 yemas que posteriormente darán macollos. Quizás algunas de estas yemas, bajo condiciones de baja luz, no se desarrollen en macollos, debido a una falta de carbohidratos necesarios para su correcto crecimiento. Cuando la luz es adecuada, sin embargo, altas temperaturas incrementan el número de macollos (Yoshida, 1981).

3. Incidencia en la etapa reproductiva

Este periodo, comprendido entre el desarrollo de la panícula y la antesis, es sumamente sensible a las bajas temperaturas. En la fase reproductiva los fríos son comunes en la zona Este del Uruguay, donde se concentra la mayor parte del cultivo, y han sido identificados como una de las principales causas de inestabilidad de los rendimientos del país, limitando el uso de cultivares de origen tropical (Blanco et al., 1993).

Además del efecto de bajas temperaturas, las altas temperaturas inducen la esterilidad durante la antesis. Temperaturas del día y la noche de 35 y 30 °C respectivamente son suficientes para causar daños (Munakata, citado por Ferreira y Mountauban, 1998).

4. Incidencia en el llenado de grano

El óptimo de temperatura para la maduración del grano es entre 20 y 23 °C. Las bajas temperaturas provocan una lenta declinación en la madurez y una alta declinación por altas temperaturas, alrededor de 20 días del periodo de llenado de grano (Munakata, citado por Ferreira y Mountauban, 1998).

En los trópicos la temperatura media es tan alta como 29 °C y no es perjudicial para el llenado de granos cuando la radiación solar es alta. Esto permite deducir que las variedades índicas están mejor adaptadas a las altas temperaturas, mientras que las variedades japónicas requieren menores temperaturas para un mejor llenado (Yoshida, 1981).

D. INCIDENCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR

1. Aspectos generales

Las necesidades de radiación solar para el cultivo de arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la etapa vegetativa afecta ligeramente el rendimiento sus componentes, mientras que en la fase reproductiva se da una marcada disminución en el número de granos. Por otra parte, durante el periodo de llenado a maduración del grano, se reduce drásticamente los rendimientos por disminución en el porcentaje de granos llenos (Yoshida, 1981).

2. Incidencia en la etapa vegetativa

La radiación solar diaria promedio existente durante las seis semanas posteriores al trasplante (momento en que la cantidad de macollos alcanza un valor máximo) no evidenció ninguna correlación significativa con el número máximo de macollos por metro cuadrado, pero si presentó una correlación muy alta con la cantidad de macollos que producían inflorescencia (Murata y Togari, citados por Ferreira y Mountauban, 1998).

3. Incidencia en la etapa reproductiva

Según Williams, citado por Ferreira y Mountauban (1998), el periodo previo a la floración es el más eficiente en el uso de la radiación solar, por mayor acumulación de materia seca en los tallos, para traslocarla posteriormente en el llenado de granos.

4. Incidencia en el llenado de grano

Sato, citado por Lavecchia (1991), estudió el efecto de la temperatura sobre el rendimiento durante el verano (julio-agosto en Japón) y la intensidad de luz durante la maduración. A través de una serie de correlaciones, concluyó que los altos rendimientos estaban asociados a la temperatura media del aire, 27 °C julio-agosto y 400 horas de luz acumuladas durante septiembre-octubre.

El efecto de la luz en la maduración básicamente depende de la temperatura, siendo positivo las altas temperaturas y despreciable a negativo a bajas temperaturas (Munakata, citado por Ferreira y Mountauban, 1998).

Según Matsushima y Tusnoda, citados por De Datta (1981) días largos y altos niveles de radiación solar en la etapa de maduración del grano contribuyen a obtener altos rendimientos de granos en zonas templadas.

E. POTENCIALES DE RENDIMIENTO

El sector arrocero uruguayo es uno de los sectores más integrados del país, lo cual ha contribuido a que la producción de arroz en Uruguay haya incrementado a una tasa de 147kg ha⁻¹ año⁻¹ del 2000 al 2016, una de las más altas a nivel mundial (Pérez de Vida, 2014).

En este periodo se ha utilizado cultivares con alto potencial, con la adopción de prácticas de manejo y una serie de otras tecnologías, como las tecnologías de protección a los cultivos y la nutrición de cultivos. Estas prácticas culturales ha permitido la capitalización de condiciones de clima favorables que ha afectado positivamente la expresión de rendimiento (Pérez de Vida, 2014).

Sin embargo, durante los últimos años se ha mostrado una marcada desaceleración, que ha limitado que se alcancen los rendimientos potenciales (Carracelas, 2016).

En países como China y Estados Unidos existen zonas donde ya se ha logrado obtener rendimientos cercanos al potencial, lo que determina menores posibilidades a poder continuar aumentando su producción para lograr satisfacer la demanda de este grano a nivel mundial (Carracelas, 2016).

Trabajos realizados por Carracelas (2016) donde implementó una metodología y protocolos desarrollados por GYGA (Global Yield Gap Atlas) para estimar rendimientos potenciales. Se determinó que dentro de la región Norte fue significativamente superior el rendimiento potencial en Artigas, en comparación con el de Bella Unión y Salto, que en el Centro no hubo diferencias significativas en Tacuarembó y Pasos de los Toros, en el Este Rocha fue significativamente superior a Treinta y Tres.

Cuadro No. 1. Rendimiento potencial, actuales y brechas en diferentes estaciones meteorológicas

Estación meteorológica	Rendimiento (tn/ha)		
	Rend. potencial	Rend. actual	Brecha
Rocha	14,7 a	7,7 a	4,0 a
Tacuarembó	14,5 a	8,0 a	3,6 a
Paso de los Toros	14,4 ab	7,8 a	3,7 a
Artigas	14,1 ab	8,4 a	2,9 b
Treinta y Tres	13,7 bc	8,4 a	2,9 b
Salto Grande	13,1 cd	8,5 a	2,1 c
Bella Unión	13,0 d	8,5 a	1,9
Media	14,0	8,1	3,1
MDS. (P<0,05)	0,70	NS	0,56
CV. (%)	7,6	9,73	28,5

La producción actual relativa que se obtiene en el país en relación a los rendimientos potenciales promedio es de un 57%. Esto nos estaría señalando que todavía no se ha llegado al techo de rendimiento y que existen posibilidades de continuar aumentando los rendimientos actuales y así reducir la brecha que hay entre los rendimientos actuales y los rendimientos potenciales (Carracelas, 2016).

E. CULTIVARES HÍBRIDOS

Un cultivar híbrido es formado por el cruzamiento entre dos parentales (líneas puras). Las plantas utilizadas como parental femenino, que han sido esterilizadas de alguna manera, reciben el polen del segundo parental. Lo que se obtiene de este cruzamiento es la semilla de la F1, que es utilizada para la siembra comercial. Esta semilla es uniforme y posee la capacidad de tener un mejor comportamiento que los padres, lo que se conoce como vigor híbrido (Torrez, 2012).

FAO (2001) expresa que la heterosis en el arroz generalmente se refiere al fenómeno por el cual una población F1 descendiente del cruzamiento de dos padres genéticamente distintos muestra superioridad a los mismos, en vigor de crecimiento, vitalidad, capacidad reproductiva, resistencia al estrés, adaptabilidad, rendimiento y calidad de grano, entre otros. La utilización comercial de la heterobeltosis por medio de siembra y desarrollo de híbridos F1 para aumentar el retorno económico es conocida como la explotación de la heterosis.

Por otra parte, los hijos de los híbridos (F2), pierden el vigor híbrido produciendo una población segregante abarcando toda la variación genética de los parentales originales y sin las combinaciones del gen dominante que fueron la base del desempeño del híbrido. Debido a esto existe mucho interés por parte de las empresas semilleras en producir híbridos ya que los agricultores están siempre obligados a comprar semillas al momento de plantar (Miranda, 2011).

En la evaluación comparativa de híbridos y variedades realizada por Álvarez et al. (2007), afirman que los híbridos superaron en rendimiento un 17% a las variedades, y los componentes de rendimiento que contribuyeron a la superioridad fue la longitud de la panícula, número de granos vanos/panícula y número de granos llenos/panícula.

Gutiérrez (2003) manifiesta que la tecnología para la producción de arroz híbrido en grandes aéreas superan en rendimiento a las más sobresalientes variedades mejoradas.

Los cultivares híbridos de arroz tienen mayores potenciales de rendimiento en comparación a las variedades. Igualmente esto no siempre se traduce a mayores rendimientos y su causa fisiológica aún no es clara (Huang, 2015).

Huang (2015) realizó dos experimentos incluyendo 2 cultivares híbridos Indicos y una variedad de elite. Estudió el índice de área foliar, el estado de la clorofila, la tasa fotosintética de la hoja bandera, la tasa de crecimiento post-floración y otros factores de cada uno de los cultivares. Ambos híbridos rindieron más que la variedad.

Sin embargo los híbridos y las variedades exhibieron rendimientos estadísticamente iguales en siembras tempranas. Los híbridos demostraron tener mayor cantidad de biomasa antes de la floración y mejor removilización de asimilados hacia el grano en comparación a las variedades. El porcentaje de granos llenos decrece significativamente en las siembras tardías cuando son comparadas a las variedades de elite.

Estudios realizados por Wei (2016) mostraron que los híbridos tuvieron rendimientos superiores a variedades, presentando un mayor número de espiguillas debido al uso eficiente de la temperatura y de la luz durante los estadios desde elongación hasta floración, una mayor capacidad de macollaje, mayor área foliar, mayor duración del área foliar y la biomasa sobre el suelo en periodo de elongación a floración y de floración a madurez, mejor tasa fotosintética, mayor contenido de clorofila en la hoja bandera, mayores niveles de oxidación en la raíz 30 días después de floración y mayor duración de la actividad fotosintética en la hoja bandera; todo esto contribuye a mayores rendimientos en los híbridos.

Los híbridos han probado su utilidad para ser el vehículo adecuado para caracteres de alto valor, como la resistencia a herbicidas. Los retos en el desarrollo de híbridos para la región sub-tropical incluyen: mejor calidad de grano, resistencia a enfermedades, mayor capacidad de polinización cruzada en las líneas parentales, mejores técnicas de producción de semilla en condiciones de siembra mecanizada, incorporación de resistencia a nuevas moléculas de herbicidas y mejores prácticas de manejo agronómico. Adicionalmente, para la región tropical se requiere resistencia a enfermedades, tolerancia al vuelco y especialmente desarrollo del mercado (Torrez, 2012).

Zorilla (2014) señala que en materia de genética la apuesta se enfoca a los híbridos y consideró que se podría dar un salto comercial si se logra que esos híbridos tengan la calidad que exigen los mercados premium del mundo.

G. HIPÓTESIS

Considerando lo propuesto anteriormente se plantea la siguiente hipótesis:

El rendimiento del híbrido Inov CL y la variedad CL 212 es coherente con los antecedentes definidos por la investigación y datos comerciales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. UBICACIÓN

Los datos del trabajo corresponden a productores de la empresa SAMAN, ubicados en las diferentes cuencas arroceras del país. Dicha empresa posee una base de datos de todos sus productores, donde se hace un relevamiento de sus manejos a nivel de chacra, rendimiento final y calidad de grano. El cuadro que se presenta a continuación brinda información de las zonas, departamentos y seccionales de los productores en estudio con sus respectivas plantas industriales de recibimiento de arroz.

Cuadro No. 2. Ubicación de datos en estudio

Zonas	Departamento	Seccionales	Planta industrial
Centro	Tacuarembó	(7a.,13a.,15a.)	Tacuarembó
Este	Cerro Largo	(3a.,13a.)	Río Branco
Este	Rocha	(3a.,5a,6a.)	Lascano
Este	Treinta y Tres	(2a.,3a.,9a.)	Vergara
Norte	Artigas	(8a.,5a.)	Gomensoro
Norte	Salto	(10a.,11a.)	Salto

Si bien existen datos de las seccionales de las ubicaciones de los productores en estudio, para poder hacer un análisis coherente se utilizó como referencia de las ubicaciones de las chacras las plantas industriales que reciben arroz.

B. FUENTE DE DATOS

1. Información agronómica

La información agronómica es relevada por sus Ingenieros Agrónomos responsables por el control y monitoreo de las mismas. A continuación se presenta cuales son principales características agronómicas relevadas a nivel de chacra.

- Historia de la chacra (retorno con pradera, rastrojo soja, rastrojo sorgo, retorno sin pradera, rastrojo arroz 1 año, rastrojo arroz 2 años, rastrojo de arroz 3 años).
- Área sembrada (ha).
- Potencial de la chara (muy alto, alto, medio, bajo).
- Momento del laboreo (laboreo primario, laboreo de verano, laboreo de verano más laboreo pre-siembra).
- Tipo de laboreo (laboreo de disco superficial, profundo, reacondicionamiento de taipas).
- Tratamiento de herbicida pre siembra.
- Método de siembra.
- Densidades de siembra
- Fecha de inicio y fin de siembra.
- Fecha de emergencia.

- Fertilizaciones basales con NPK y micronutrientes con sus respectivas dosis
- Fertilizaciones a macollaje, intermedias y a primordio y sus respectivas fuentes con la dosis aplicada.
- Nivel de malezas en el cultivo (excelente, bueno, regular, malo).
- Herbicidas aplicados.
- Nivel de insectos en el cultivo (excelente, bueno, regular, malo).
- Insecticidas aplicados.
- Fecha de inicio y final de riego y su calidad (bueno, intermedio, malo).
- Rendimiento (bolsas/hectárea).

2. Fuente de datos climáticos

La información climática fue extraída del boletín agroclimático del portal INIA. GRAS e INUMET (Instituto Nacional Uruguayo de Meteorología). Datos de la estación de INIA Treinta y Tres fueron utilizados para las chacras presentes en Cerro Largo, Rocha y Treinta y Tres. Para chacras situadas en el departamento de Tacuarembó, los datos climáticos provienen de la Estación Experimental INIA Tacuarembó. En el Norte se extrajo datos de INIA Salto Grande e INUMET; para las chacras situadas en Salto y Artigas respectivamente.

Para este trabajo se recopilaron datos diarios de: temperatura máxima y mínima, días con temperatura inferior a 15°C, radiación solar en MJ/m²/día y las precipitaciones (mm) para las zafras 13/14, 14/15 y 15/16.

C. CULTIVARES EN ESTUDIO

En el presente trabajo se analizaron dos cultivares: Inov CL (RiceTec) cultivar de tipo Indica y CL 212, también cultivar tipo Indica, obtenido por selección a partir de cruzamientos que involucran a progenitores de muy buena calidad de grano, como el mutante resistente de la variedad *Cypress*, IRGA 417 e INIA Olimar (Blanco, 2017).

En el cuadro que se presenta a continuación muestra el número de chacras en total analizadas, con los cultivares sembradas por zonas.

Cuadro No. 3. Número de chacras por zonas y cultivares sembrados

Zona	Inov CL	CL 212	Total
Centro	-	6	6
Este	160	60	220
Norte	11	12	23
Total	171	78	249

D. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el programa JMP 14 Insitute Inc. En los análisis del rendimiento en función del manejo y clima en las zonas y zafras en estudio, se utilizó la prueba de t Student, $\alpha=0,05$. También se realizó modelos de regresión con el fin de predecir cual o cuales de los componentes explica en mayor medida el rendimiento, tanto para distintas zonas como zafras.

El modelo de regresión utilizado fue: $Y = a + bx + bx^2 + \xi$.

Dónde: Y = Rendimiento.

a = Término independiente o intercepto.

b = Parámetro (pendiente).

x = Rad. acum. macollaje-primordio; rad. acum. 20 días pre-floración; rad. acum. 20 días post-floración; días con temp. menores a 15°C; cultivares; fecha de siembra; fert. nitrogenada; historia de chacra; inicio de riego; zonas; zafras.

ξ = Error experimental.

En cuanto a componentes en función de variables de manejo primero se procedió a realizar un modelo de regresión múltiple utilizando el método STEPWISE. Se utilizó la metodología mixta. Este método selecciona algunas variables de todas las posibles para todos los periodos en consideración.

El modelo de regresión utilizado fue: $Y = a + bx + \xi$.

Dónde: Y = Cultivar.

a = Término independiente o intercepto.

b = Parámetro (pendiente)

x = Rendimiento; fertilización nitrogenada; fecha de siembra; inicio de riego.

ξ = Error experimental.

También se procedió a realizar un análisis de cluster que consiste en una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos. Es un método estadístico multivariante de clasificación automática de datos (De la Fuente, 2011). Las variables analizadas en el trabajo son: fecha de siembra, fertilización nitrogenada, inicio de riego.

Se conoce como análisis de regresión multivariante al método estadístico que permite establecer una relación matemática entre un conjunto de variables X_1, X_2, X_k (covariantes o factores) y una variable dependiente Y. Se utiliza fundamentalmente

en estudios en los que no se puede controlar por diseño los valores de las variables independientes, como suele ocurrir en los estudios epidemiológicos y observacionales. Los objetivos de un modelo de regresión puede ser dos: obtener una ecuación que nos permita “predecir” el valor de Y una vez conocidos los valores de X_1, X_2, \dots, X_k . Se conocen como modelos predictivos. Cuantificar la relación entre X_1, X_2, \dots, X_k y la variable Y con el fin de conocer o explicar mejor los mecanismos de esa relación (De la Fuente, 2011).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. ANÁLISIS GENERAL DE LOS DATOS

En esta parte del trabajo se realizará una descripción general de los factores que tienen mayor incidencia sobre el rendimiento final.

1. Influencia de factores climáticos

A continuación se describirán los factores climáticos que mayor incidencia tuvieron en los rendimientos finales en las distintas zafras.

a. Precipitaciones

Se tomaron los registros de las precipitaciones ocurridas en la zona Este, como ya fue mencionado en materiales y métodos, es la zona donde están las mayorías de las chacras analizadas en esta tesis.

Se utilizó datos de las lluvias en milímetros (mm) ocurridas en el total del ciclo del cultivo que va desde el 1 de septiembre (donde hubo registro de las primeras fechas de siembra) hasta 15 de mayo (fecha en el que se estima que ha terminado la cosecha). Las precipitaciones ocurridas en la siembra fueron tomadas desde el 1o. de septiembre hasta 15 de diciembre (fecha de siembra más tardías) y la cosecha que va del 15 de febrero al 15 de mayo.

Cuadro No. 4. Milímetros acumulados en diferentes zafras

mm acumulados	13/14	14/15	15/16
Zafra	1173	1026	1122
Siembra	521	729	350
Cosecha	295	66	582

No se encontraron variaciones importantes en la cantidad de mm acumulados en el total del ciclo del cultivo en las diferentes zafras analizadas. Lo que sí se pudo percibir fue las diferencias en los mm acumulados en diferentes etapas del cultivo, tanto en siembra como en cosecha. La zafra 14/15 fue la que se registró una mayor cantidad de mm acumulados entorno a siembra, superando en 208 mm la zafra 13/14, la que se encuentra en segundo lugar como zafra más lluviosa entorno a siembra, y esta a su vez se encuentra por encima de los 171 mm de la zafra 15/16, siendo la que se registró menor cantidad de mm acumulados entorno a la siembra. El análisis de las precipitaciones acumuladas en siembra toma suma importancia ya que los tipos de suelos mal drenados (característicos de suelos arrozables) producen un exceso de humedad que no permite preparar bien la tierra, ocasionando atrasos en la siembra (Gamarra, 1996).

Lo que refiere a las precipitaciones ocurridas en la cosecha se puede observar que la zafra 15/16 fue la que más mm acumuló, 287 mm por encima de la zafra 13/14 y

516 mm acumulados de diferencia con la zafra 14/15, zafra que registró menores mm acumulados entorno a cosecha. Los estudios de las lluvias entorno a cosecha también son importantes ya que estos provocan un atraso en la cosecha de grano, viéndose disminuido su rendimiento.

b. Radiación

La radiación incidente es determinante para alcanzar altas productividades (Mitchell et al., 1998), más aun para el desarrollo de un cultivo estival que no presenta déficit hídrico como el arroz de riego (Deambrosi et al., 1997).

Tres parámetros relacionados a la radiación resultaron significativos en relación al rendimiento: radiación acumulada macollaje-primordio (RAM-P), radiación acumulada 20 días pre-floración (RA20Pre-F), radiación acumulada 20 días post-floración (RA20Post-F).

c. Radiación acumulada macollaje-primordio

En análisis independiente de los parámetros climáticos analizados, se procedió a realizar un análisis para poder observar si se encontraban diferencias en lo que respecta a la RAM-P en las diferentes zonas analizadas.

Cuadro No. 5. Prueba de t Student de la radiación acumulada macollaje-primordio en diferentes zonas

Zonas		RAM-P (MJ/m ² /día)	Error estándar
Lascano	A	776	17,81
Vergara	A	773	8,29
Rio Branco	A B	767	6,93
Salto	A B	765	37,8
Gomensoro	B	716	19,51
Tacuarembó	B	682	30,85

$\alpha=0,05$; distintas letras muestran diferencias significativas.

Se observaron diferencias significativas entre las zonas de estudio. Los cultivos sembrados en la zona Este presentaron una mayor acumulación de RAM-P en comparación a la zona Norte y Centro del país. Esto puede estar explicado por las distintas fechas de siembra que se realizan en las diferentes zonas, tema que será tratado con mayor profundidad posteriormente.

En el análisis de las RAM-P en las diferentes zafras también se encontraron diferencias significativas ($p<0,0118$) como muestra el cuadro a continuación.

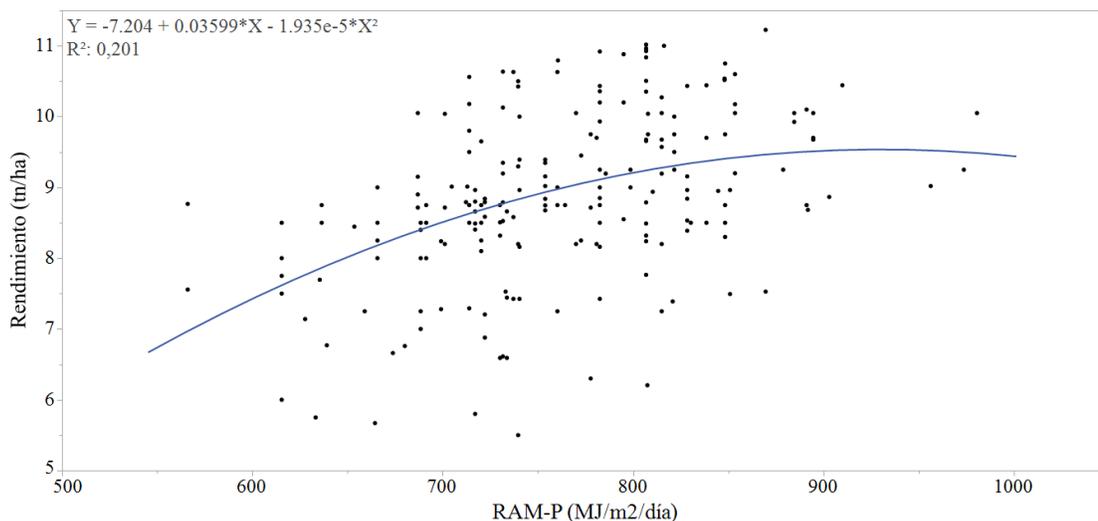
Cuadro No. 6. Prueba de t Student de la radiación acumulada macollaje-primordio en diferentes zafras

Zafras	RAM-P (MJ/m2/día)	Error estándar
13/14 A	800	9,05
15/16 B	770	7,87
14/15 C	736	7,52

Estas diferencias pueden estar dadas por las precipitaciones que ocurrieron en etapas tempranas del ciclo del cultivo, que como fue mencionado anteriormente, la zafra 14/15 fue la que registró mayores volúmenes de lluvia, disminuyendo la radiación incidente.

La incidencia de la RAM-P sobre el rendimiento resulto estadísticamente significativo ($R^2=0,201$, $p < 0.0001$), con un modelo de rendimiento cuadrático $Tn/ha = -7,204 + 0,03599 * X - 1,935e-5 * X^2$.

Figura No. 2. Media de rendimiento en función a la radiación acumulada macollaje-primordio



Como se puede observar en la figura No.2, a medida que aumenta la radiación en los estadios vegetativos se aprecia un aumento en el rendimiento final, alcanzando sus máximos rendimientos cuando la RAM-P alcanza alrededor de los 900 MJ/m2/día.

d. Radiación acumulada 20 días pre-floración

De igual forma que se realizó en RAM-P, se efectuó un análisis comparativo de la RA20Pre-F en las diferentes zonas estudiadas.

Cuadro No. 7. Prueba de t Student de la radiación acumulada 20 días pre-floración en diferentes zonas

Zonas		RA20Pre-F (MJ/m ² /día)	Error estándar
Gomensoro	A	530	14,42
Tacuarembó	A B	511	22,81
Salto	A B	495	27,93
Lascano	B	482	13,17
Río Branco	B	480	5,12
Vergara	B	477	6,13

Gomensoro fue la localidad que presentó una mayor RA20Pre-F, con diferencias significativas respecto a las demás localidades ($p < 0,022$). Esto concuerda con datos presentados en la tesis de Ferreira y Mountauban (1998), donde muestran que para el total del periodo del cultivo (de octubre a abril) la zona Norte (representada por Artigas) recibe 121.3 horas más de sol en comparación a la zona Este (representada por Treinta y Tres). Las diferencias de las horas de sol recibidas en los meses entorno a floración no son las más significativas en comparación al total del periodo del cultivo, pero si existen diferencias en horas solares que pueden estar marcando diferencias en rendimiento, debido a la correlación que existe entre el rendimiento y las horas de sol.

En el cuadro que se presenta a continuación, muestra cómo fueron las RA20Pre-F en las tres zafras en estudio.

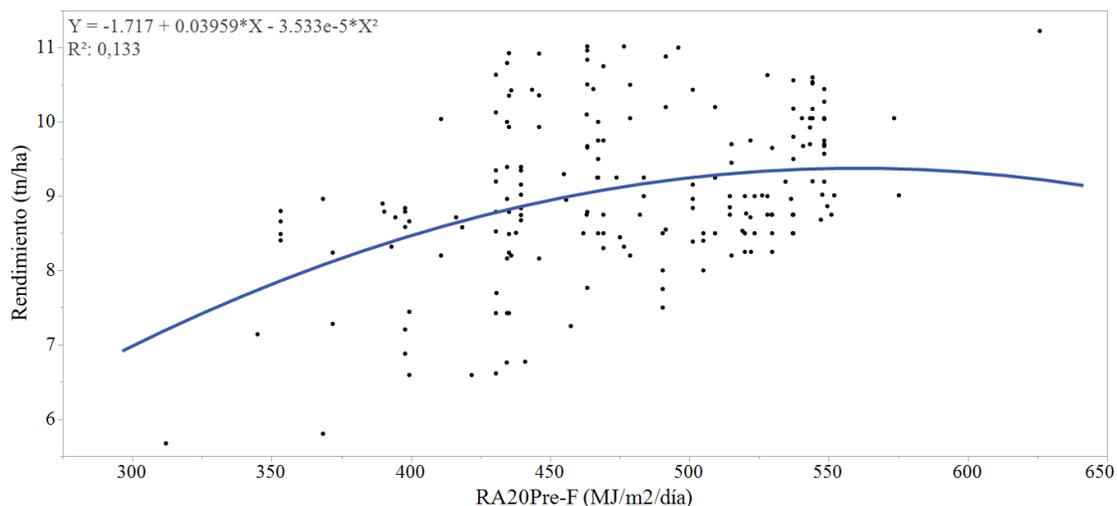
Cuadro No. 8. Prueba de t Student de la radiación acumulada 20 días pre-floración en diferentes zafras

Zafras	RA20Pre-F (MJ/m ² /día)	Error estándar
13/14 A	517	5,81
14/15 B	500	4,83
15/16 C	440	5,04

La zafra 13/14 fue la que más radiación acumuló 20 días previo a la floración, en comparación a las demás zafras.

Analizando la RA20Pre-F y el rendimiento se observaron diferencias significativas respecto al rendimiento ($R^2 = 0,133$, $p < 0,0001$), con un modelo de rendimiento cuadrático $Tn/ha = -1,717 + 0,03959 * X - 3,533e-5 * X^2$.

Figura No. 3. Media del rendimiento en función de la radiación acumulada 20 días pre-floración



Por cada incremento en la radiación existe un aumento en el rendimiento de 6 kg de arroz, alcanzando su máximo rendimiento entorno a los 500 MJ/m² acumulados en el periodo de prefloración.

e. Radiación acumulada 20 días post-floración

En el estudio de la RA20Post-F entre zonas se obtuvo diferencias significativas ($p < 0,0001$). Los resultados fueron similares al anteriormente mencionado, donde se observa una mayor radiación acumulada en la zona Norte y Centro, en comparación a la zona Este.

Cuadro No. 9. Prueba de t Student de la radiación acumulada 20 días post-floración en diferentes zonas

Zonas	RA20Post-F (MJ/m ² /día)	Error estándar
Gomensoro A	526	15,72
Salto A B	501	30,44
Tacuarembó A B	476	24,86
Lascano B C	446	14,35
Río Branco C	424	5,58
Vergara C	423	6,68

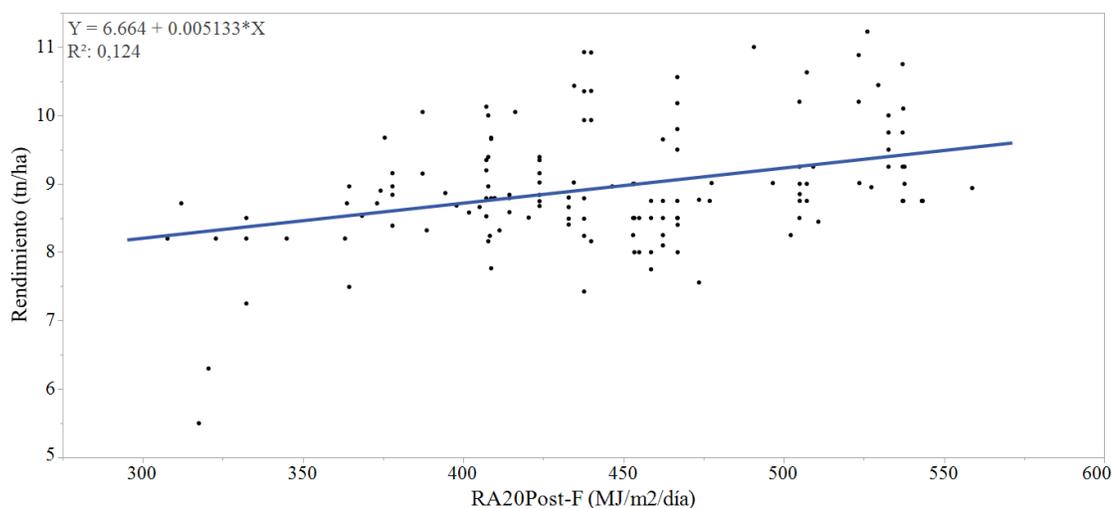
Se realizó el análisis de las RA20Post-F en las diferentes zafras, dando diferencias significativas entre ellas ($p < 0,0001$).

Cuadro No. 10. Prueba de t Student de la radiación acumulada 20 días post-floración en diferentes zafras

Zafras	RA20Post-F (MJ/m2/día)	Error estándar
14/15 A	493	4,55
15/16 B	415	4,76
13/14 C	374	5,47

La zafra 14/15 en este caso fue la que más radiación acumuló los 20 días post-floración; caso contrario de lo que sucedió en la RA20Pre-F, donde la zafra 13/14 fue la que mayor radiación logro acumular en ese periodo. En la figura que se presenta a continuación muestra la comparación de la RA20Post-F y el rendimiento, observándose diferencias significativas ($R= 0,124$; $p<0.026$), con un modelo lineal $tn/ha=6,664+0,005133*X$.

Figura No. 4. Media de rendimiento en función de la radiación acumulada 20 días post-floración



En la figura No. 4 se observa que a medida que aumenta la radiación aumentan los rendimientos. Alcanza su máximo rendimiento cuando las acumulaciones de RA20Post-F llegan a los 570 MJ/m2/día.

El aumento en rendimiento respecto a la RA20Post-F se debe a que al incremento de la actividad fotosintética del cultivo, produciendo mayor cantidad de carbohidratos, elevando los rendimientos. No obstante, a niveles muy altos de radiación solar puede resultar en una menor productividad por una saturación de fotosistemas (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

f. Temperaturas menores a 15 grados 20 días post-floración

El efecto que tiene las bajas temperaturas en los estadios reproductivos se evaluó mediante el número de días con menos de 15°C.

Se llevó a cabo un análisis comparativo de los días con temperaturas menores a 15°C 20 días post floración (DT<15°C 20Post-F) y las diferentes zonas estudiadas, dando diferencias significativas de un $p < 0,0001$.

Cuadro No. 11. Prueba de t Student de las zonas con días con temperaturas menores a 15°C post-floración

Zonas		DT<15°CPost-F	Error estándar
Río Branco	A	6	0,27
Lascano	A B	5	0,69
Vergara	A B	5	0,32
Tacuarembó	C	1	1,20
Salto	C	1	1,47
Gomensoro	C	0	0,76

La zona Este presentó mayor cantidad de días con temperaturas inferiores a 15°C en comparación a las demás zonas en estudio. Zona Centro y Norte fueron las que registraron menores números de días con temperaturas por debajo de los 15°C.

También se analizó cuáles eran los números de días con temperaturas inferiores a los 15°C en las diferentes zafras en estudio.

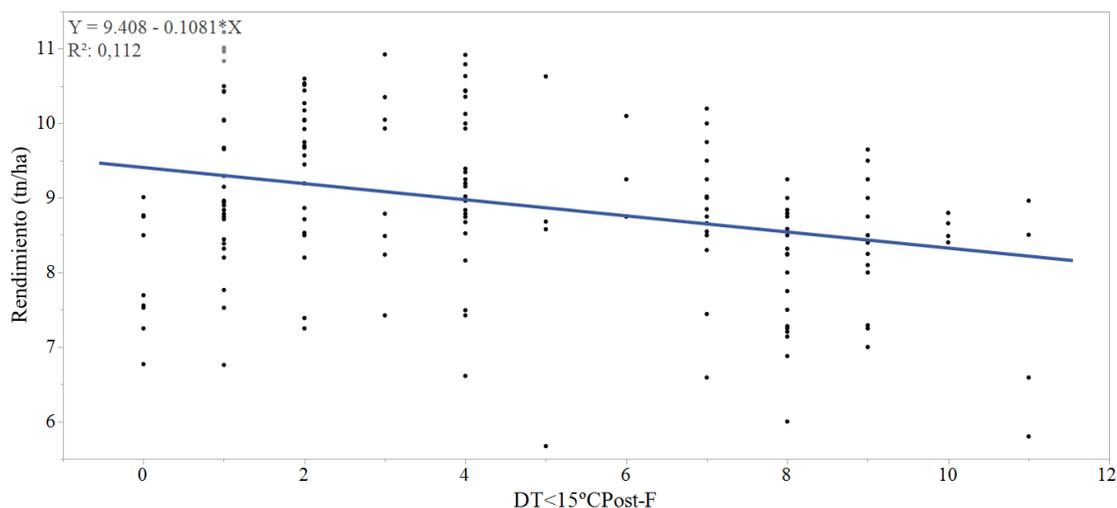
Cuadro No. 12. Prueba de t Student de las zafras con días con temperaturas menores a 15°C post-floración

Zafras		DT<15°C 20Post-F	Error estándar
14/15	A	7	0,25
15/16	B	4	0,26
13/14	C	1	0,30

Existieron diferencias significativas entre las zafras estudiadas ($p < 0,0001$), donde las zafras que presentaron mayores números de días con temperaturas menores a 15°C fue la zafra 14/15. La zafra que se vio más favorecida con los días con temperatura menores a 15°C fue la zafra 13/14.

Los resultados del análisis de los DT<15°C 20Post-F con respecto al rendimiento dieron estadísticamente significativos ($R=0,112$ y $p < 0,0001$), con un ajuste lineal $Tn/ha=9,408-0,1081 * X$.

Figura No. 5. Media de rendimiento en función de los días con temperaturas menores a 15°C post-floración



Lo que se puede observar es que a medida que hay mayores números de días con temperaturas menores a 15°C el rendimiento se ve disminuido. Las bajas temperaturas entorno a floración tienen un efecto importante ya que afectan la formación de los granos de polen, imposibilitando la fecundación y posterior formación de granos. Esto provoca un aumento en el porcentaje de esterilidad ocasionando una disminución en el rendimiento. Durante la formación y posteriormente a la misma las bajas temperaturas también provocan una disminución en el rendimiento, afectando la formación del tubo polínico, desarrollo temprano del embrión e interferencia en el inicio de llenado de granos, coincidiendo con lo expresado por Yoshida (1981), que explica que las bajas temperaturas pueden causar más daño en el momento de la antesis que en días previos, aumentando el porcentaje de granos de bajo peso.

2. Cultivares

En el siguiente cuadro se presenta el porcentaje de chacras sembradas por zona con sus respectivos cultivares en las tres zafras analizadas.

Cuadro No. 13. Porcentaje de cultivares sembrados por zonas

Zonas	Inov CL (%)	CL 212 (%)
Gomensoro	42	58
Lascano	72	28
Río Branco	71	29
Salto	75*	15*
Tacuarembó	-	100
Vergara	74	26

*Cuatro chacras en total sembradas.

La zona Este (Lascano, Rio Branco y Vergara) siempre fue mayor al 70% la cantidad de chacras sembradas por el cultivar Inov CL. En la zona Centro (Tacuarembó) no se registró siembra de cultivar Inov CL, solamente se sembró CL 212. Gomensoro fue la única zona donde CL 212 superó a Inov CL en el número de chacras sembradas. Se procedió a realizar un análisis comparativo para ver cuáles fueron los porcentajes sembrados de cada una de los cultivares estudiadas, en las diferentes zafras.

Cuadro No. 14. Porcentaje de cultivares sembrados por zafras

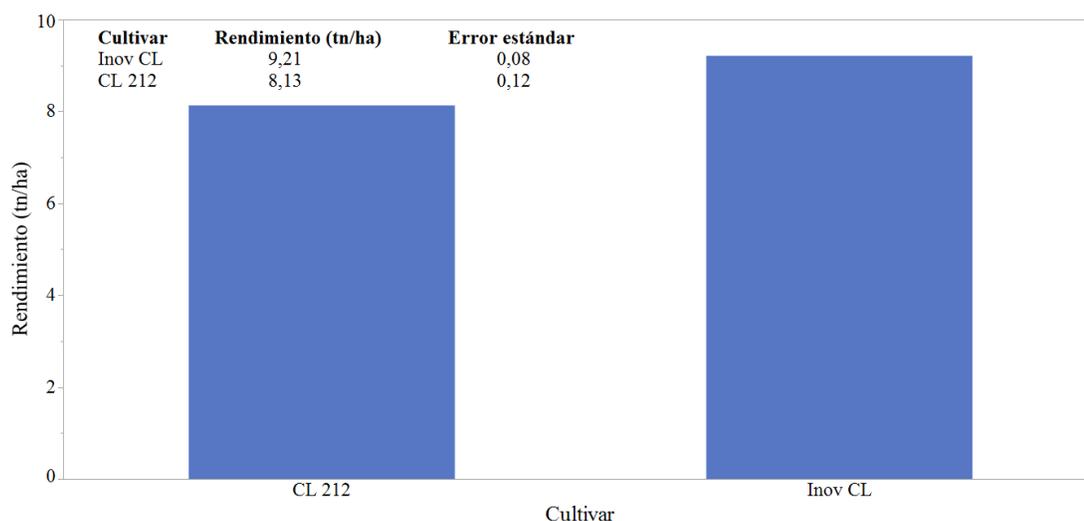
Zafras	Inov CL (%)	CL 212 (%)
13/14	88	12
14/15	61	39
15/16	63	37

Como se aprecia en el cuadro, el cultivar Inov CL superó a CL 212 en el número de chacras sembradas en las tres zafras en estudio, con una mayor diferencia en la zafra 13/14.

3. Rendimientos por cultivares

En el análisis de los rendimientos se constató que el cultivar Inov CL fue superior en rendimiento respecto a CL 212, con una diferencia de 1,1 tn/ha.

Figura No. 6. Rendimiento de los cultivares estudiados



Esta diferencia puede estar dada por los manejos diferenciados por parte de productores entre cultivares, o también por un factor genético; tema que va hacer tratado con mayor profundidad en las próximas etapas de este trabajo.

4. Fecha de siembra

La fecha de siembra es de las principales prácticas de manejo para obtener altos rendimientos (Gamarra, 1996), y para realizar un análisis general de los datos se utilizaron las fecha de fin de siembra (FS) organizado en quincenas.

Cuadro No. 15. Fechas de siembra organizadas en quincenas

FS	No. de chacras	Porcentaje
2a. quincena de septiembre	2	0,8
1a. quincena de octubre	41	16
2a. quincena de octubre	79	32
1a. quincena de noviembre	84	34
2a. quincena de noviembre	35	14
1a. quincena de diciembre	8	3
Total	249	100

Se observó que el 82% de las chacras se terminaron de sembrar antes del 15 de noviembre. Estos resultados nos demuestran que las mayorías de las chacras fueron sembradas en fecha óptima, de acuerdo a resultados obtenidos en condiciones experimentales donde muestran una caída de rendimiento con fechas a partir de la segunda quincena de noviembre (Pérez de Vida, 2010).

Se llevó a cabo un análisis de las fechas de siembras en las diferentes zonas y zafras en análisis.

Cuadro No. 16. Prueba de t Student de las fechas de siembra por zonas

Zonas	FS*	Error estándar
Río Branco A	66	1,25
Lascano A B	65	3,22
Vergara B	62	1,51
Salto A B	62	6,81
Gomensoro B	54	3,11
Tacuarembó A B	53	5,56

* Días después del 1o. de septiembre.

Cuando se observa las fechas de FS por zonas se aprecia Río Branco fue la región que más tarde sembró, con fechas en promedio del 5 de noviembre, lo sigue Lascano y Vergara. Las regiones que más temprano se sembraron fueron Gomensoro y Tacuarembó, con FS de 24 y 25 de octubre respectivamente. Es importante resaltar que todas las regiones en estudio, en promedio no presentaron fechas de siembras consideradas tardías. Salto y Tacuarembó no presentaron diferencias significativas con Río Branco y Lascano debido a su error estándar alto (zonas donde el número de chacras son menores a las demás).

Cuadro No. 17. Prueba de t Student de las fechas de siembra por zafras

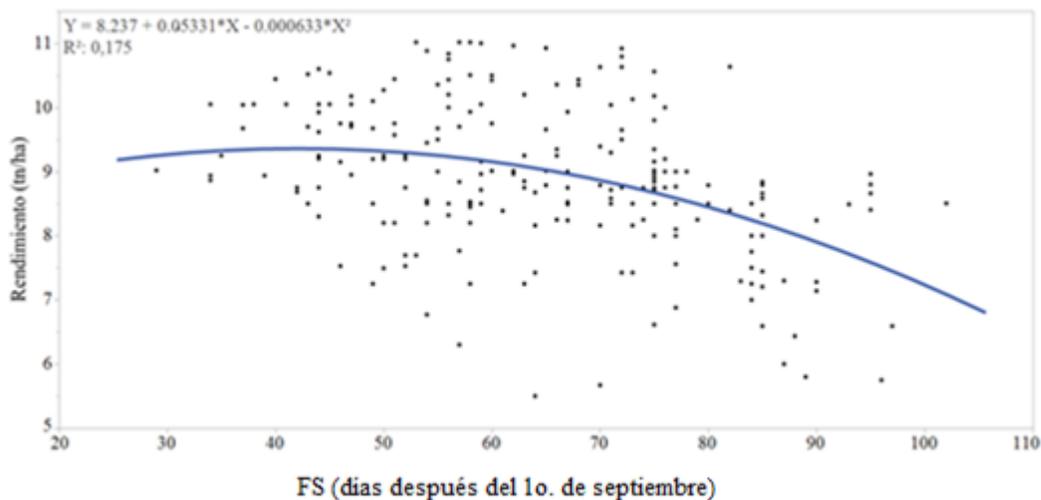
Zafras	FS*	Error estándar
14/15 A	71	2,01
15/16 B	65	2,03
13/14 C	50	2,21

* Días después del 1o. de septiembre.

En el estudio de las FS por zafras se pudo percibir diferencias significativas ($p < 0,0001$), donde se destaca la zafra 14/15 con un promedio FS más tardío en comparación a las demás. Se podría considerar que los atrasos en la zafra mencionada se deban a los excesos de lluvias que se dieron entorno a la siembra, como fue expuesto anteriormente en el análisis de los factores climáticos.

En la comparación del rendimiento en función a la fecha de siembra se pudo apreciar diferencias significativas ($R^2 = 0,175$; $p < 0,0001$), con un ajuste cuadrático $Tn/ha = 8,237 + 0,05331 * X - 0,000633 * X^2$.

Figura No. 7. Media de rendimiento en función de las fecha de siembra



Como se puede observar en la figura, los rendimientos no se ven afectados por variaciones en fecha de siembra en torno a 50 días posteriores al primero de septiembre. Un análisis lineal muestra que a partir de esa fecha, la caída de rendimiento diaria es de 22,12 kg/ha.

5. Fertilización nitrogenada

El nitrógeno (N) es el nutriente requerido en mayor cantidad por el cultivo de arroz y el que promueve las mayores respuestas en productividad (Castillo y Terra, 2013).

La fertilización basal utilizada tanto para Inov CL como para CL 212 fue de: 7 kg urea/ha, 47 kg P₂O₅ y 45 kg de K₂O.

La fertilización total de nitrógeno (FTN), variable creada a partir de la suma del agregado de nitrógeno en macollaje (NM), en el periodo intermedio (NI) (en pocos casos), y nitrógeno agregado a primordio (NP).

El cuadro que se presenta a continuación muestra las cantidades en promedio agregadas en los diferentes estados fenológicos, extremos superiores (ES) e inferiores (EI), desvío estándar (DE) y las fuentes de nitrógeno que fueron utilizadas.

Cuadro No. 18. Resumen de las fertilizaciones con nitrógeno y fuentes utilizadas

	Prom.*	ES*	EI*	DE*	Fuentes de N
NM	134	140	127	51	U (32%); UC (2%); UV (66%)
NI	64	70	58	20	U (80%); UV (20%)
NP	60	62	58	16	U (99%); UV (1%)

*Extremo superior e inferior con un IC del 95% para la media.

*Kg/urea/ha.

Las fertilizaciones de nitrógeno en promedio fueron de 203 kg urea/ha, donde un 99% realizó aplicaciones de N en el periodo de macollaje, en primordio realizaron un 87% y solamente un 18% utilizó alguna fuente de N en el periodo intermedio. Un 35% del total de chacras que aplicaron N en el periodo intermedio, no lo habían hecho o en macollaje o en primordio.

En el periodo de macollaje fue donde se dieron las mayores aplicaciones de N, seguidas de las intermedias y por último en primordio. Las fuentes de N utilizadas fueron urea (U), urea verde (UV), urea cloretada (UC) y ENTEC (E), siendo las principales fuentes urea y urea verde. La urea verde únicamente es empleado en mayor proporción en las fertilizaciones a macollaje. Esto se debe a los efectos que tiene la urea verde, la cual contiene un inhibidor de la enzima ureasa que la protege de las posibles pérdidas que se puedan dar por volatilización, ya que en las aplicaciones en macollaje se realiza un tiempo antes de la inundación, así quedando más expuesto a posibles pérdidas. Luego en las demás aplicaciones de nitrógeno la fuente que más se utilizó fue la urea.

En el siguiente cuadro se presentan las FTN realizadas en las diferentes zonas en estudios, en las tres zafras analizadas.

Cuadro No. 19. Prueba de t Student de las fertilizaciones total de nitrógeno en las diferentes zonas

Zonas		FTN (kg urea/ha)	Error estándar
Vergara	A	236	5,12
Río Branco	B	199	4,21
Gomensoro	C	169	10,52
Lascano	C D	159	10,88
Salto	B C D	153	23,02
Tacuarembó	D	114	18,81

Como se puede observar en el cuadro la zona Este fue la que más se fertilizó, observándose un mayor agregado de N en la zona de Vergara, con 37 kg/ha urea por encima de Río Branco, y esta a su vez se aplicó 40 kg urea /ha más que las zonas de Gomensoro, Lascano y Salto donde no existieron diferencias significativas entre ellas. Del total de charas analizadas con fertilizaciones intermedias, se constató que un 99% de ellas se encontraban en Río Branco y Vergara (71% y 29% respectivamente). La mayor proporción de agregado de N se debe a que los suelos de la zona de Río Branco y Vergara son grupos de suelo donde la mayoría son Planosoles Dúcticos y asociados a Gleysoles y Arenosoles, pobres en materia orgánica (1,5 a 2 % de materia orgánica) con bajo aporte de nitrógeno para obtener rendimientos satisfactorios en el cultivo de arroz (Gamarra, 1996).

Otras de las causas que pueden estar influenciando son los cultivares sembrados por zona, donde Río Branco y Vergara presentan una mayor proporción de siembra de la variedad Inov CL, y como será explicado en la segunda etapa de este trabajo, el criterio tomados por los productores para realizar las fertilizaciones en los cultivares en estudio no fueron las mismas.

El cuadro que se presenta a continuación muestra cómo fueron las fertilizaciones para los tres periodos en estudio.

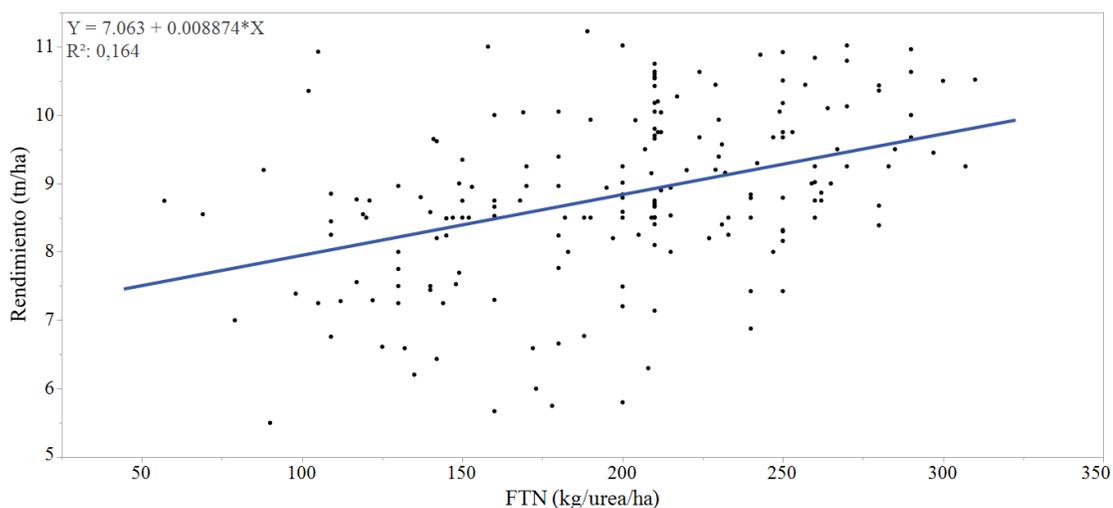
Cuadro No. 20. Prueba de t Student de las fertilizaciones total de nitrógeno en las diferentes zafras

Zafras	FTN (kg urea/ha)	Error estándar
13/14 A	181	7,45
14/15 A	176	6,81
15/16 A	171	6,88

En el análisis de la FTN no se observaron diferencias significativas en las zafras en estudio.

A continuación se presenta figura del análisis de los rendimientos en función a las fertilizaciones total de N, presentando diferencias significativas ($R^2= 0,164$; $p<0,0001$), ajustado con un modelo lineal $Tn/ha=6,856+0,00976*X$.

Figura No. 8. Media del rendimiento en función de la fertilización total de nitrógeno



A medida que se aumentó la dosis de fertilizante, hubo una respuesta en el rendimiento de 9,76 kg de arroz por cada kg de urea agregado.

6. Historia de chacra

Se realizó un análisis de historia de chacra y rendimiento, para determinar cuál de las rotaciones realizadas por parte de los productores obtenían mejores resultados.

Cuadro No. 21. Prueba de t Student de la historia de chacra y rendimiento

Historia de chacra		Rendimiento (tn/ha)	Error estándar
Retorno con pradera	A	9,5	0,17
Rastrojo soja	A	9,4	0,17
Rastrojo sorgo	A B	9,1	0,63
Retorno sin pradera	B C	8,8	0,11
Rastrojo arroz 1 año	B C D	8,7	0,15
Rastrojo arroz 2 años	D	8	0,27
Rastrojo arroz 3 y más años	C D	7,7	0,63

Las chacras que obtuvieron mayores rendimientos son aquellas que venían con praderas y soja como antecesor, no encontrándose diferencias significativas entre ellas ($p<0,0002$). Por otro lado las chacras donde se observa menores rendimientos son

aquellas que fueron sembradas sobre rastrojo de dos años y rastrojo de tres o más años. Los valores intermedios se encuentran en las chacras que fueron sembradas sobre rastrojo de 1 año y retorno sin pradera. Estos resultados concuerdan con los resultados experimentales INIA 2014-2015 presentados Macedo (2015), donde se muestra que las chacras de arroz que tienen como antecesor pradera o soja presentan un rendimiento superior a las rotaciones de arroz continuo. Sobre las chacras de rastrojo de 3 años o más, no existen datos para establecer si vienen de una rotación de cultivares de arroz Clearfield®. En el caso de que si lo fuera esto podría estar generando un problema, ya que las recomendaciones son de no sembrar más de dos años seguidos cultivares Clearfield® y rotar mecanismos de acción de herbicidas, de esta forma evitando que el arroz rojo genere resistencia a kifix (Píriz, 2016).

A continuación se muestra la historia de chacras en porcentajes, para las tres zafas estudiadas.

Cuadro No. 22. Historia de chacra de Inov CL y CL 212

Historia de chacra	Porcentaje
Retorno sin pradera	39
Retorno con pradera	16
Rastrojo soja	16
Rastrojo sorgo	1
Rastrojo arroz 1 año	21
Rastrojo arroz 2 años	6
Rastrojo arroz 3 y + años	1

En el análisis se pudo observar que la mayor parte de las chacras analizadas fueron sembradas sobre retorno sin pradera (39%), lo sigue el rastrojo de arroz de 1 año. Las sumas de los rastrojo de soja y retorno con pradera suman un total de 32%.

Se llevó a cabo un análisis detallado de las rotaciones realizadas en las diferentes regiones en estudio, presentadas en porcentajes.

Cuadro No. 23. Historia de chacra por zonas de Inov CL y CL 212

Historia de chacra	Gom. (%)	Lasc. (%)	Río B. (%)	Salto (%)	Tac. (%)	Verg. (%)
Retorno sin pradera	11	39	62	25	-	16
Retorno con pradera	5	28	6	-	50	28
Rastrojo soja	16	16	16	25	-	16
Rastrojo sorgo	-	6	1	-	-	1
Rastrojo arroz 1 año	10	11	13	-	50	35
Rastrojo arroz 2 años	53	-	2	50	-	2
Rastrojo arroz 3 y + años	5	-	-	-	-	2

Se observa en el cuadro No. 23 que la zona Norte (representada por Gomensoro y Salto) las siembras de los cultivares en estudio se dieron sobre rastrojo de arroz de 2 años, en ambas regiones superando el 50% del total de las chacras analizadas. La zona Este (Lascano, Río Branco y Vergara) las rotaciones que sobresalieron fueron los retornos sin pradera y los rastrojos de arroz de 1 año. La zona Centro está representada solamente por 6 chacras en las tres zafras analizadas, por lo que su comparación con las demás zonas se hace difícil. Analizando las rotaciones de soja y retornos con pradera, se destaca Lascano con un 44%, seguido por Vergara con un 43% y Salto con un 25% del total de rotaciones realizadas en cada región.

7. Fecha de inicio de riego

El cuadro que se presenta a continuación muestra el inicio de riego (IR) organizado en quincenas con el fin de observar cómo fue la distribución de las mismas en las tres zafras analizadas.

Cuadro No. 24. Fechas de inicio de riego organizado en quincenas

Inicio de riego	No. de chacras	Porcentaje
2a. quincena de octubre	2	0,8
1a. quincena de noviembre	18	7
2a. quincena de noviembre	83	34
1a. quincena de diciembre	82	33
2a. quincena de diciembre	58	23
1a. quincena de enero	6	2
Total	249	100

Al realizar el cuadro organizado en quincenas, se puede observar una correlación con las FS. Tanto en número de chacras como su porcentaje concuerdan con el cuadro realizado en las FS. Chacras que se sembraron más temprano, el IR se dio antes, caso contrario con aquellas charas que sembraron más tarde.

En el cuadro que se presenta a continuación muestra cuales fueron en promedio los IR en las diferentes zonas en estudio.

Cuadro No. 25. Prueba de t Student de los inicios de riego en las diferentes zonas

Zonas	IR*	Error estándar
Lascano A	100	1,15
Río Branco A	99	2,97
Gomensoro A B C	93	2,87
Vergara C	92	1,40
Tacuarembó B C	89	5,14
Salto A B C	86	6,29

*Días después del 1o. de septiembre.

Como se observa las zonas que se dieron los IR más tarde fueron Lascano y Río Branco (Lascano con fechas de inicio de riego en promedio del 9 de diciembre), y las zonas donde antes se inició el riego fueron Vergara, Salto y Tacuarembó (Tacuarembó con fechas de inicio de riego en promedio del 25 de noviembre). Estos resultados también se ajustan con los presentados con las FS por zonas, donde demostraban que Río Branco y Lascano eran las regiones que más tarde se daba la FS.

A seguir se presenta cuadro con los IR en las tres zafras en estudio.

Cuadro No. 26. Prueba de t Student del inicio de riego en zafras

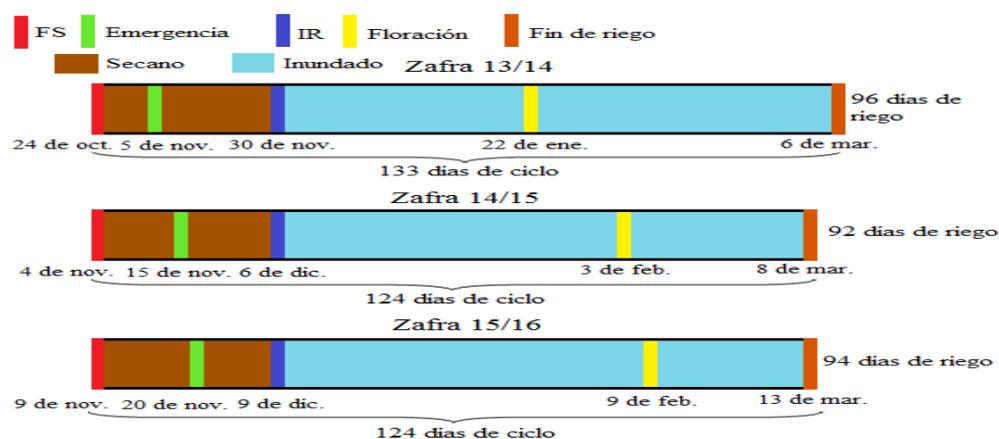
Zafras	IR*	Error estándar
15/16 A	100	1,37
14/15 A	97	1,34
13/14 B	87	1,62

* Días después del 1o. de septiembre.

Las zafras 14/15 y 15/16 fueron las que más tarde iniciaron el riego, sin diferencias significativas entre ellas. La zafra que más temprano inicio su riego fue la 13/14, que como fue mencionado anteriormente, fue la zafra con FS más tempranas.

A continuación se presenta esquema con fechas promedio de FS, emergencia, IR, floración y fin de riego con el objetivo de explicar las diferencias que se producen en el ciclo del cultivo con inicios de riego más tempranos y los tardíos.

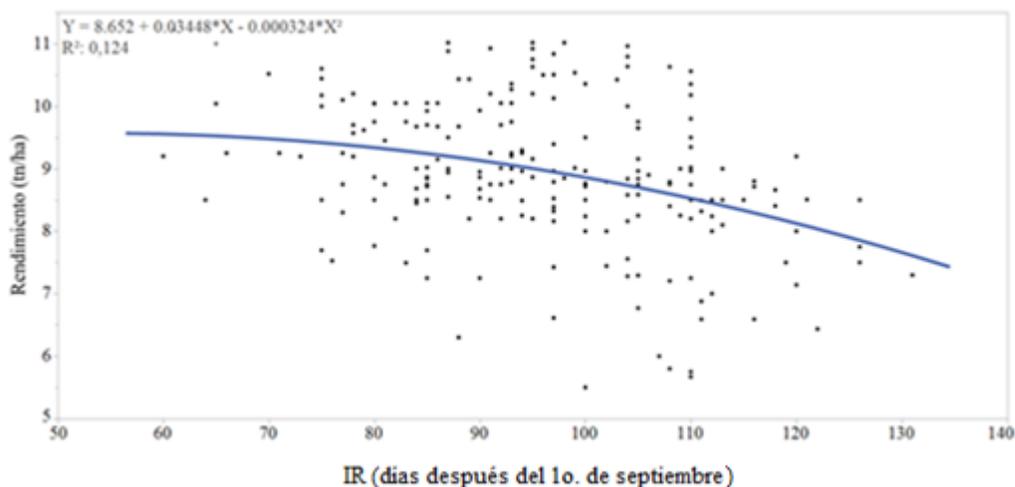
Figura No. 9. Fecha de inicio de riego en las diferentes zafras, con sus principales eventos fenológicos



Se puede observar que los atrasos en inicio del riego provocó un aumento en el ciclo total del cultivo. Caso contrario cuando se inició el riego más temprano, el ciclo del cultivo se acortó. Estos datos concuerdan con los presentados por Cantou y Roel (2010), donde observaron el mismo comportamiento ante fechas de IR más temprano y más tardes.

En el análisis del rendimiento en función a las fechas IR se apreció diferencias significativas ($R^2 = 0,124$; $p < 0,0001$) con un ajuste cuadrático $Tn/ha = 8,652 + 0,03448 * X - 0,000324 * X^2$.

Figura No. 10. Rendimiento en función al inicio de riego



Como se aprecia en la figura No. 10, los rendimientos máximos en función al inicio de riego se alcanza alrededor de los 65 días después del primero de septiembre (entre 9 y 19 de noviembre).

8. Rendimiento por zonas

En el estudio de los datos se procedió a realizar un análisis comparando el rendimiento con las diferentes zonas, resultando diferencias significativas con un $p < 0,0001$.

Cuadro No. 27. Prueba de t Student del rendimiento en diferentes zonas

Zonas		Rendimiento (tn/ha)	Error estándar
Lascano	A	9,9	0,25
Vergara	B	9,1	0,12
Río Branco	C	8,8	0,09
Salto	B C D	8,6	0,53
Gomensoro	D	8,2	0,24
Tacuarembó	D	7,5	0,43

La zona que presentó un mayor rendimiento promedio por hectárea fue Lascano, 0,8 toneladas de diferencia con Vergara, zona que lo sigue con mayores rendimientos; y con una diferencia de 2,38 toneladas con Tacuarembó, zona que presentó menor rendimiento. Con el análisis previo se podría considerar que estas diferencias en rendimiento entre zonas están dadas por el número de cultivares

sembrados en cada zona, la FTN y las historia de chacras, situaciones que fueron favorables para las regiones que mayor rendimiento se obtuvo. Si bien se pudieron constatar diferencias en parámetros climáticos que afectan al rendimiento, estas no serían de gran magnitud en comparación a las variables mencionadas que causan diferencias en las distintas zonas analizadas.

9. Rendimientos por zafras

Los rendimientos en los diferentes años en estudio fueron significativamente distintos ($p < 0.0747$).

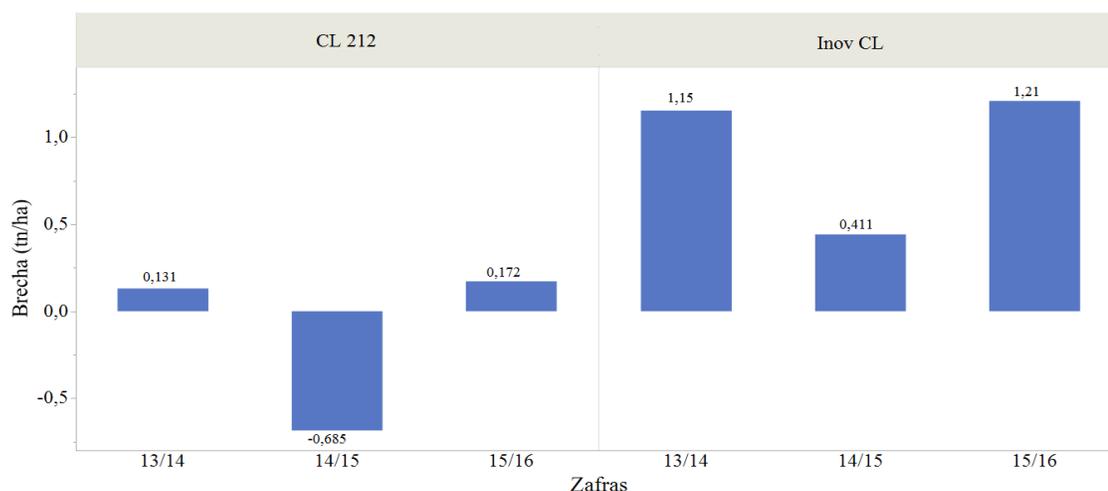
Cuadro No. 28. Prueba t Student de los rendimientos en zafras

Zafras	Rendimiento (tn/ha)	Error estándar
13/14 A	9,1	0,14
15/16 A B	8,9	0,12
14/15 B	8,7	0,11

Estas diferencias en rendimiento entre zafras pueden estar dadas por porcentajes de cultivares sembradas y factores climáticos.

Para estudiar el comportamiento de los cultivares en relación al rendimiento promedio nacional se procedió a calcular una brecha de rendimiento entre el promedio del cultivar en una zafra en relación al promedio nacional en la misma.

Figura No. 11. Brecha de rendimiento Inov CL y CL 212



Como se observa, Inov CL siempre se estuvo ubicado por encima de los rendimientos a nivel nacional en las tres zafras estudiadas. Caso contrario, CL 212 se comportó con valores cercanos al promedio, a no ser en la zafra 14/15 que sus rendimientos estuvieron por debajo.

B. INOV CL Y CL212

En esta segunda etapa del trabajo se analizara por separado los cultivares en estudio, con el objetivo de determinar si el paquete de manejo utilizado es igual o diferente, para definir si las diferencias de rendimientos se deben únicamente a aspecto de manejo o si existe una diferencia genética que hace que Inov CL tenga mayores rendimientos que CL 212. Los factores de manejos que aquí se analizaran son los mismos que dieron resultados significativos con el rendimiento en el análisis general de datos.

1. Fecha de siembra

Se agrupó las FS en quincenas, para determinar si existieron atrasos en las mismas.

Cuadro No. 29. Fechas de siembra organizada en quincenas Inov CL

FS	No. de chacras	Porcentaje
2a. quincena de septiembre	1	0,6
1a. quincena de octubre	33	19
2a. quincena de octubre	58	34
1a. quincena de noviembre	55	32
2a. quincena de noviembre	21	12
1a. quincena de diciembre	3	2
Total	171	100

Cuadro No. 30. Fecha de siembra organizada en quincenas CL 212

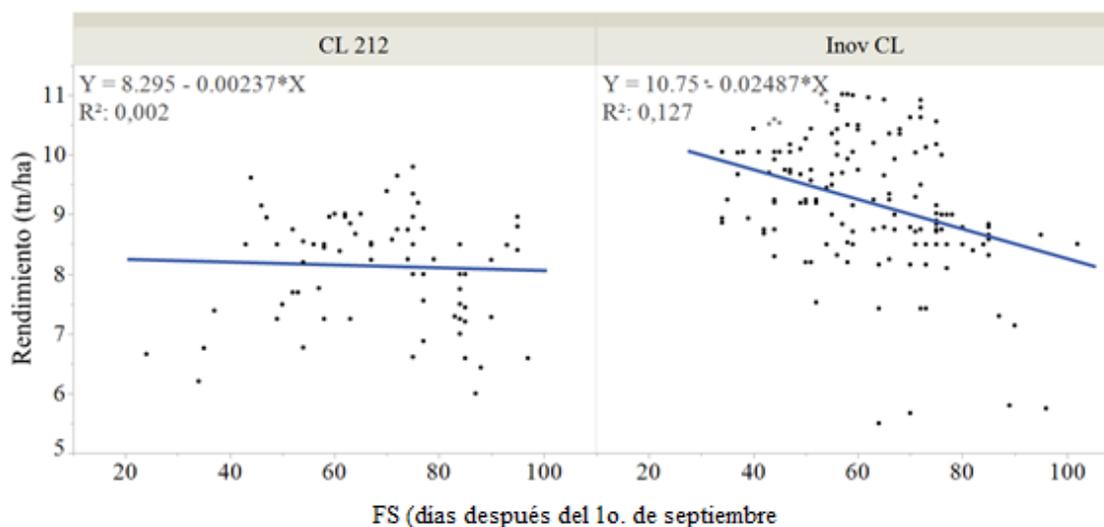
FS	No. de chacras	Porcentaje
2a. quincena de septiembre	1	2
1a. quincena de octubre	5	6
2a. quincena de octubre	20	25
1a. quincena de noviembre	25	32
2a. quincena de noviembre	22	28
1a. quincena de diciembre	5	7
Total	78	100

El 86 % de las chacras sembradas con Inov CL sembraron en fecha (antes del 15 de noviembre), en cambio de CL 212 un 65% de las chacras sembraron en fecha.

En la comparación de las FS en ambos cultivares, Inov CL presentaba mayor proporción de chacras sembradas en fechas óptimas en comparación a CL 212 (con diferencias de un 21% a favor de Inov CL en el total de las chacras sembradas en fecha).

A continuación se presenta figura con el análisis de rendimiento en función a las FS para ambos cultivares (sin diferencias significativas para CL 212; Inov CL con un $p < 0,0001$).

Figura No. 12. Media de rendimiento en función de las fechas de siembra Inov CL y CL 212



Se observa que Inov CL presenta una clara caída en rendimiento a medida que se atrasó la FS; caso contrario sucede con CL 212, donde las caídas en rendimiento no son relevantes. También se aprecia que Inov CL siempre presenta mayor rendimiento que CL 212, inclusive en las fechas de siembra más tardías. Al realizar el cálculo para observar donde se cruzan los gráficos, se dio que a los 109 días después del 1o. de septiembre (18 de diciembre) los rendimientos de Inov CL se igualan a los de CL 212.

2. Fertilización nitrogenada

Otras de las variables de manejo que se analizó fue la FTN, manejo que como fue descrito en la primer parte de este trabajo, tuvo un efecto fundamental en el rendimiento final.

El cuadro que se presenta a continuación muestra cual fue la FTN en promedio, fertilizaciones intermedias y a macollaje, con sus respectivas fuentes de nitrógeno.

Cuadro No. 31. Resumen de las fertilizaciones de nitrógeno y sus fuentes en Inov CL

	Prom.*	ES*	EI*	DE*	Fuentes de N
NM	152	159	14	47	U (46%); UC (3%); UV (50%); E (1%)
NI	14	18	5	28	U (100%)
NP	52	56	48	25	U (98%); UV (2%)

*Extremo superior e inferior con un IC del 95% para la media.*Kg/urea/ha

Cuadro No. 32. Resumen de las fertilizaciones de nitrógeno y sus fuentes en CL 212

	Prom.*	ES*	EI*	DE*	Fuentes de N
NM	90	98	80	38	U (48%); UV (50%); ENTEC (2%)
NI	6	10	2	19	U (100%)
NP	52	57	46	25	U (98%); UV (2%)

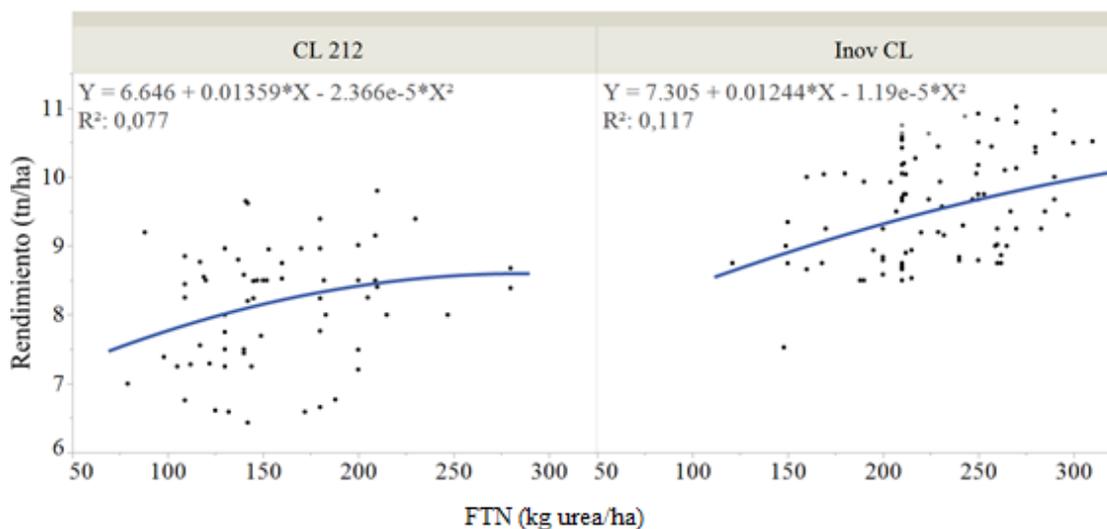
* Kg/urea/ha

Las fertilizaciones promedio para Inov CL de nitrógeno fueron de 218 kg urea/ha, con mayor proporción de agregado en el periodo de macollaje (64% del total de urea aplicada), seguido de las fertilizaciones a primordio (24%), y las fertilizaciones intermedias que fueron de un 12% del total del nitrógeno asignado.

Para el caso de CL 212 las fertilizaciones en promedio en el total del ciclo del cultivo fueron de 148 kg urea/ha, donde la mayor proporción aplicada fue a macollaje (60%), seguido de las fertilizaciones a primordio(35%) y solamente un 5 % en fase intermedia.

En la comparación de las FTN las diferencias fueron a favor de la variedad Inov CL de 70 kg urea/ha. La mayor diferencia se da en macollaje con una diferencia de 62 kg urea/ha (41% más en relación a CL 212).

Figura No.13. Media de rendimiento en función a la fertilización total de nitrógeno en Inov CL y CL 212



En el análisis de la FTN en función al rendimiento para CL 212 existió una tendencia marcada a aumentar los rendimientos con mayor agregado de urea, pero su resultado no fue significativo. Al ajustar un modelo lineal, para predecir una respuesta del rendimiento ante el agregado de nitrógeno se obtuvo que por cada unidad de urea agregada hay un aumento en rendimiento de 5,4kg/ha. A diferencia de CL 212, en Inov CL si hay una respuesta significativa en función del rendimiento ($p < 0,0091$). Haciendo un ajuste lineal, rendimiento aumenta en 7,1 kg/ha por kg de urea agregado.

3. Historia de chacra

Los cuadros que se presentan a continuación muestra cuales fueron las rotaciones realizadas en ambos cultivares.

Cuadro No. 33. Historia de chacra en Inov CL

Historia de chacra	Porcentaje
Retorno sin pradera	38
Retorno con pradera	16
Rastrojo soja	18
Rastrojo sorgo	6
Rastrojo arroz 1 año	18
Rastrojo arroz 2 años	4
Rastrojo arroz 3 y + años	-

Cuadro No. 34. Historia de chacra en CL 212

Historia de chacra	Porcentaje
Retorno sin pradera	31
Retorno con pradera	15
Rastrojo soja	12
Rastrojo sorgo	-
Rastrojo arroz 1 año	26
Rastrojo arroz 2 años	12
Rastrojo arroz 3 y + años	4

La historia de chacra que más se repitió en Inov CL fue retorno sin pradera (38% del total de las rotaciones realizadas). En la comparación de los retorno con pradera y rastrojo de soja, un 34% del total de las rotaciones realizadas. Es importante destacar que no se observaron rotaciones que incluyeran retorno de arroz de 3 años o más.

En el caso de CL 212 las mayorías de las chacras se sembraron sobre retorno sin pradera, con un 31% del total de las rotaciones realizadas. La suma de las rotaciones con retorno con pradera y rastrojo de soja suman un 27% del total de las rotaciones.

Se llevó a cabo el análisis de las historias de chacra y el rendimiento, para ver con cuál de las rotaciones se obtienen mejores resultados.

Cuadro No. 35. Prueba de t Student de las historias de chacras y el rendimiento en Inov CL

Historia de chacra		Rend.(tn/ha)	Error estándar
Retorno con pradera	A	9,9	0,19
Rastrojo sorgo	A B C	9,5	0,59
Rastrojo soja	B	9,3	0,18
Rastrojo arroz 1 año	B	9,2	0,18
Retorno sin pradera	B C	9	0,12
Rastrojo arroz 2 años	C	8,3	0,39

Cuadro No. 36. Prueba de Student de las historias de chacras y los rendimientos en CL 212

Historia de chacra		Rend. (tn/ha)	Error estándar
Rastrojo soja	A	8,6	0,29
Retorno sin pradera	A B	8,3	0,18
Retorno con pradera	A B	8,2	0,25
Rastrojo arroz 1 año	B	7,9	0,19
Rastrojo arroz 2 años	B	7,7	0,29
Rastrojo arroz 3 y + años	A B	7,7	0,50

Existieron diferencias significativas para el caso de Inov CL ($p < 0,0008$), donde las chacras que mayor rendimiento obtuvieron en Inov CL fueron aquellas de venían de un retorno con pradera, con diferencias de 1,61 tn/ha de rastrojo de arroz con 2 años, antecesor que menor rendimiento se obtuvo.

Para CL 212 los retornos con rastrojo con praderas rendían más ($p < 0,0029$), con diferencias de 0,9 tn/ha de diferencia en comparación a los rastrojos de 3 y más años, rotación que presento menor rendimiento.

En la comparación se percibió que la historia de chacra que más se repite son los retornos sin pradera. Los retornos con pradera y rastrojo de soja se destaca Inov CL con un mayor porcentaje (un 7% a favor en comparación a CL 212). Dentro de las rotaciones de Inov CL no se encontró rotaciones con retorno de arroz de 3 años o más; caso contrario para CL 212 donde si había (con un 4% del total de las rotaciones que se realizaron).

4. Inicio de riego

En cuadros 37 y 38, se presentan las fechas de IR, ordenadas en quincenas para los cultivares Inov CL y CL212, respectivamente. En el caso de Inov CL, el 89% de las chacras inician su riego entre la segunda quincena de noviembre y la segunda quincena de diciembre. Como fue mencionado en el análisis general de los datos, las fechas de IR tienen una correlación alta con las FS. En el análisis de los inicios de riego para CL 212 se determinó que 91% de las chacras iniciaron su riego en el mismo periodo.

Cuadro No. 37. Inicio de riego Inov CL

Inicio de riego	No. de chacras	Porcentaje
2a. quincena de octubre	2	1
1a. quincena de noviembre	13	8
2a. quincena de noviembre	59	34
1a. quincena de diciembre	60	35
2a. quincena de diciembre	33	20
1a. quincena de enero	4	2
Total	171	100

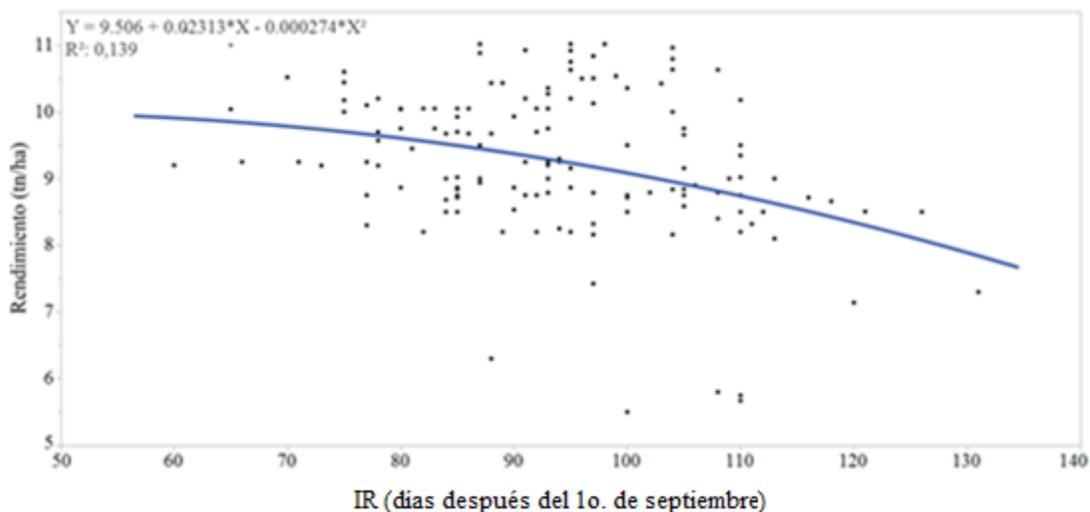
Cuadro No. 38. Inicio de riego CL 212

Inicio de riego	No. de chacras	Porcentaje
2a. quincena de octubre	-	-
1a. quincena de noviembre	5	6
2a. quincena de noviembre	17	21
1a. quincena de diciembre	27	35
2a. quincena de diciembre	27	35
1a. quincena de enero	2	3
Total	78	100

Aunque en la variedad no se encontraron chacras con inicios de riego en la segunda quincena de octubre, se considera que el manejo fue muy similar para ambos genotipos.

Sin embargo, en el análisis del impacto del manejo de inicio de riego en rendimiento para Inov CL se obtuvo un modelo cuadrático muy significativo ($R^2=0,139$; $p<0,0001$) con $Tn/ha= 9,506+0,02313*X-0,000274*X^2$.

Figura No. 14. Media de rendimiento en función del inicio de riego Inov CL



Se percibió que a medida que había un atraso en el IR, los rendimientos finales del cultivo se ven afectados. Por cada día de atraso en la fecha del inicio de riego, se produce una disminución en el rendimiento de 23,17 kg/ha. Los rendimientos alcanzan su máximo entorno a los 60-70 días post 1o. de septiembre (entre el 30 de octubre y 9 de noviembre) y comienzan a decaer a los 85 días (24 de noviembre aproximadamente).

En cambio en el cultivar CL 212, no se obtuvo un ajuste significativo del rendimiento en función del inicio de riego y el rendimiento.

En la comparación del inicio de riego no se encontraron grandes diferencias. Las fechas en los IR se concentraron entre la segunda quincena de noviembre y segunda quincena de diciembre.

5. Zonas de cultivo

En el cuadro No. 39 se presentan los resultados productivos según zonas y cultivares. En el análisis de varianza y separación de medias, se determinó que los rendimientos de Inov CL fueron significativamente superiores a los de CL 212 en la zona Este (Lascano, Vergara y Río Branco), apreciándose la mayor diferencia en la zona de Lascano con 2,24 tn/ha.

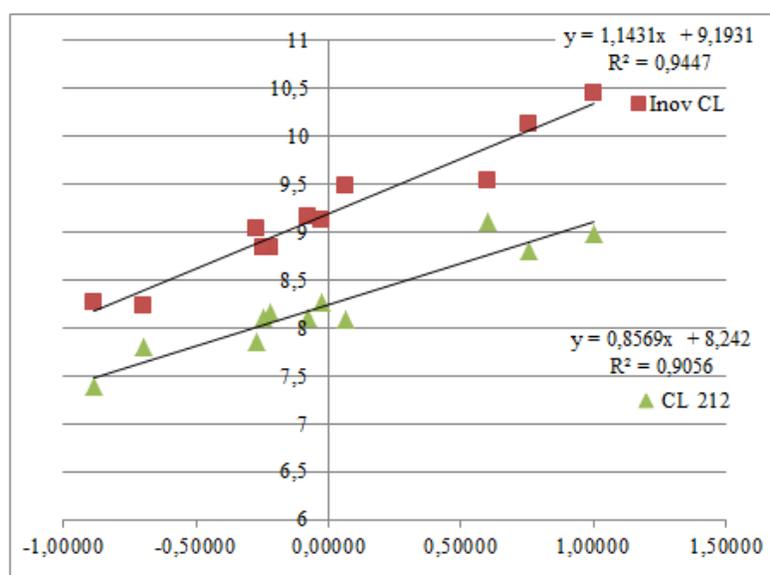
Cuadro No. 39. Prueba de t Student del rendimiento por zonas y cultivares

Zona y cultivares		Rend. (tn/ha)	Error estándar
Lascano (Inov CL)	A	9,77	0,24
Vergara (Inov CL)	A B	9,32	0,12
Río Branco (Inov CL)	B	9,05	0,10
Gomensoro (Inov CL)	B C	9,04	0,25
Salto (CL 212)	A B C	8,84	0,52
Tacuarembó (CL 212)	C	8,65	0,07
Salto (Inov CL)	B C D E	8,46	0,51
Gomensoro (CL 212)	C D	8,27	0,24
Río Branco (CL 212)	D	8,25	0,14
Vergara (CL 212)	D E	7,98	0,15
Lascano (CL 212)	E	7,53	0,26

C. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

El análisis de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966) nos permite observar como es el comportamiento productivo de los cultivares en estudio en función de la potencialidad ambiental, con un índice ambiental=0 en 8,87 tn/ha y ambientes extremos de +/-1 tn/ha. El cultivar Inov CL (rendimiento=9.2 tn/ha, $b=1.143$), con una media general significativamente mayor que CL 212 (rendimiento= 8.2, $b=0.85$) presenta una mayor respuesta a la mejora en el ambiente productivo (Figura 15).

Figura No. 15. Análisis de estabilidad en Inov CL y CL 212



Un cultivar es considerado estable cuando responde productivamente de forma similar a los cambios que presenta el ambiente, es decir de modo positivo ante los cambios ambientales que permiten alcanzar altos rendimientos; en este caso, el cultivar Inov CL posee una mayor respuesta y por ende un comportamiento estable a través de los ambientes. CL 212, en cambio, y como fuera presentado previamente tiene una baja respuesta ante condiciones de mayor productividad; en general su respuesta a mejoras en fecha de siembra, fertilización nitrogenada y manejo del riego fue de menor entidad.

D. IMPACTOS DEL MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO SOBRE EL RENDIMIENTO

Se realizó una comparación de casos de chacras con manejos culturales, región y zafra similares, con el fin de minimizar efectos que puedan afectar el rendimiento final en ambos cultivares. Se identificaron 4 chacras por cada cultivar de la región de Vergara de la zafra 14/15, con similar historia de chacra (retorno con pradera). A continuación se presentan los cuadros No. 40 (Inov CL) y No. 41 (CL 212) de las de las 4 chacras, con los manejos correspondientes a cada una de ellas.

Cuadro No. 40. Impactos del manejo integral del cultivo sobre el rendimiento con rotaciones con pradera Inov CL

Chacra	FS *	FTN (kg urea/ha)	Historia chacra	IR*	Rendimiento (tn/ha)
Inov CL					
1	75	210	Retorno c./pradera	92	8,75
2	51	253	Retorno c./pradera	93	9,75
3	52	170	Retorno c./pradera	93	9,25
4	73	233	Retorno c./pradera	100	8,52
Media	65	226	-	97	9,05
CL 212					
1	56	190	Retorno c./pradera	91	8,51
2	75	183	Retorno c./pradera	100	8,03
3	72	170	Retorno c./pradera	108	8,75
4	69	205	Retorno c./pradera	109	8,25
Media	68	187	-	102	8,37
Signif.	ns.	ns.	-	ns.	p<0,047

*Días después del 1o. de septiembre.

Analizando el cuadro se puede constatar que en ninguna de los casos de chacras las FS se dieron tardíamente, todas se sembraron antes del 15 de noviembre. En cuanto a las FTN, las chacras de Inov CL presentaron un promedio de 226 kg urea/ha, mientras que las fertilizaciones con nitrógeno para CL 212 fueron de 187 kg urea/ha. Si bien se observan diferencias de 39 kg urea/ha a favor de Inov CL, esta no sería de gran

magnitud, en comparación a los resultados en el capítulo anterior, donde mostraron diferencias de 70 kg urea/ha. Considerando que las historias de chacras de ambas cultivares en estos casos fueron las mismas, todas se sembraron sobre retornos de pradera. Al realizar un análisis estadístico de los rendimientos se encontraron diferencias significativas ($p < 0,047$), con 0,68 tn/ha a favor de Inov CL.

Se procedió a realizar una misma comparación para aquellas chacras que sus rotaciones no son tan favorables. Se tomaron 4 chacras de cada cultivar, sembradas en la misma zona (Vergara) en una misma zafra (14/15). Para este caso se agruparon las chacras de rastrojo de arroz de 1 año.

Cuadro No. 41. Impactos del manejo integral del cultivo sobre el rendimiento sobre rastrojo de arroz 1 año Inov CL y CL 212

Chacra	FS*	FTN (kg urea/ha)	Historia chacra	IR*	Rendimiento (tn/ha)
Inov CL					
1	63	307	Rast. arroz 1 año	71	9,25
2	59	291	Rast. arroz 1 año	84	9,02
3	55	259	Rast. arroz 1 año	93	9,05
4	50	283	Rast. arroz 1 año	91	8,25
Media	56	285	-	85	9,25
CL 212					
1	58	150	Rast. arroz 1 año	91	8,51
2	52	160	Rast. arroz 1 año	100	8,73
3	75	209	Rast. arroz 1 año	108	8,53
4	43	182	Rast. arroz 1 año	109	8,25
Media	57	175	-	84	8,56
Signif.	ns.	$p < 0,04$	-	ns.	$p < 0,001$

*Días después del 1o. de septiembre.

No se encontraron fechas de siembra tardías para ninguno de los cultivares. Las fertilizaciones con nitrógeno se encontraron diferencias significativas ($p < 0,04$). Las fertilizaciones en promedio para Inov CL fueron de 285 kg urea/ha; para CL 212 el promedio fue de 175 kg urea/ha. Las diferencias en promedio fueron de 110 kg urea/ha a favor de Inov CL. Se aprecia que con malas historias de chacras se le hace un manejo diferenciado en nitrógeno a Inov CL, ya para CL 212 no hay variaciones. Se encontró diferencias significativas ($p < 0,001$) en los rendimientos de ambos cultivares.

A continuación se presenta cuadro con el análisis de rotaciones y rendimiento para las 16 chacras analizadas anteriormente.

Cuadro No. 42. Comparación entre el impacto de la historia de chacra en Inov CL y CL 212

Historia de chacra y cultivar		Rend. (tn/ha)	Error estándar
Retorno c. pradera (Inov CL)	A	9,13	0,14
Rast. arroz 1 año (Inov CL)	A	9,06	0,14
Rast. arroz 1 año (CL 212)	B	8,50	0,14
Retorno c .pradera (CL 212)	B	8,43	0,14

En la comparación existieron diferencias significativas ($p < 0,0075$), donde Inov CL siempre rindió más que CL 212, independientemente de la historia de chacra.

E. ANÁLISIS MULTIVARIADO

1. Cluster análisis

En esta etapa del trabajo se realizaron conglomerados de k medias de los cultivares en estudio por separado, agrupando las chacras en tres grupos diferentes, con el objetivo de ver cuáles son las medidas de manejo que conllevan los mejores rendimientos, manejos que dan rendimientos intermedios y cuáles son los manejos que dan rendimientos más bajos.

a. Conglomerados Inov CL

Al realizar los conglomerados de Inov CL, el programa estadístico utilizó los 171 datos disponibles para esta variedad. De este análisis resultaron 72 chacras que fueron agrupadas en el conglomerado 1, 44 chacras para el conglomerado número 2 y 55 chacras para el conglomerado 3.

A continuación se presenta cuadro con los grupos de conglomerados, los principales factores de manejo en promedio y sus respectivos rendimientos.

Cuadro No. 43. Conglomerado de k medias Inov CL

Conglomerado	Rendimiento (tn/ha)	FTN (kg urea/ha)	FS*
1	9,8 a	249 a	49 b
2	9,5 a	187 c	55 b
3	8,2 b	225 b	75 a

*Días después del 1o. de septiembre.

A partir de estos datos se realizó una prueba de t Student, donde no se encontraron diferencias significativas entre los conglomerados 1 y 2 y que si había diferencias con el conglomerado 3.

El conglomerado número 1 y 2 presenta un rendimiento superior en relación al conglomerado 3, con una superioridad de 1,6 y 1,3 respectivamente. Las FTN el conglomerado número 1 fue superior a las demás, con diferencias de 62 kg de urea/ha

entre conglomerado 1 y conglomerado número 3. Con respecto a las FS, los conglomerados 1 y 2 sembraron más temprano que el conglomerado 3, con una diferencia de 26 y 20 días respectivamente. Todos los conglomerados se sembraron en fecha (antes del 15 de noviembre).

b. Historia de chacra conglomerado Inov CL

Se realizó un análisis para observar cuales eran las rotaciones que realizan los productores, dentro de los conglomerados presentados anteriormente.

Figura No. 16. Historia de chacra en porcentajes conglomerado Inov CL

Conglomerados	Ret. s./pradera	Ret. c./pradera	Rast. soja	Rast. sorgo	Rast. arroz 1	Rast. arroz 2	Rast. arroz 3
1	28	25	18	3	22	4	-
2	43	16	25	2	9	5	-
3	60	5	13	-	18	4	-

Observando la figura No.16, se aprecia que en los tres conglomerados hay un predominio de la rotación retorno sin pradera. El conglomerado 1 presenta el mayor porcentaje de las rotaciones con pradera y retorno de soja (43% del total de rotaciones), con diferencias de solamente un 2% con respecto al conglomerado 2. También se apreció que el conglomerado que más fertilizó fue el que mayor porcentaje de rastrojo de arroz tenía (conglomerado 1).

c. Conglomerados CL 212

Para el caso de esta variedad, al realizar los conglomerados se tomaron 77 chacras de un total de 78, donde 32 de las mismas se agruparon en el conglomerado 1, 25 chacras en conglomerado número 2 y 20 chacras en el conglomerado 3.

El cuadro que se presenta a continuación muestra los grupos de conglomerados con los factores de manejo más incidentes en el rendimiento final.

Cuadro No. 44. Conglomerado de k medias CL 212

Conglomerado	Rendimiento (tn/ha)	FTN (kg urea/ha)	FS*
1	8,4 a	207 a	71 b
2	8,1 ab	143 b	49 c
3	7,9 b	129 b	80 a

*Días después del 1o. de septiembre.

Al realizar la prueba de t Student se determinó que existían diferencias significativas entre los conglomerados ($p < 0,097$).

El conglomerado 1 tenía un rendimiento superior a 0,3 tn/ha en comparación al conglomerado número 2, no encontrando diferencias significativas. Existen diferencias

significativas entre en conglomerado 1 y 3, con diferencias de 0,5 tn/ha. Con respecto a las FTN se apreció que las chacras reunidas en el conglomerado 1 realizaban las fertilizaciones más altas, con diferencias de 64 kg urea/ha con respecto al conglomerado número 2; el conglomerado que registro menor dosis de fertilización fue en conglomerado 3 Igualmente cuando se realiza la prueba de t Student se observa que el conglomerado 2 y 3 no tienen diferencias significativas. Con respecto a las fechas de siembra existió diferencias significativas en todos los grupos, ubicando los 2 primeros en fechas consideradas óptimas para la siembra y el conglomerado 3, se siembra fuera de fecha (19 de noviembre).

d. Historia de chacra conglomerado CL 212

Al igual que el análisis de los conglomerados de la variedad Inov CL, en CL 212 también se realizó un estudio de cuáles eran las historias de chacras que realizaban los productores agrupados en cada conglomerado.

Figura No. 17. Historia de chacra en porcentajes conglomerado CL 212

Conglomerados	Ret. s./pradera	Ret. c./pradera	Rast. soja	Rast. sorgo	Rast. arroz 1	Rast. arroz 2	Rast. arroz 3
1	59	16	6	-	13	6	-
2	8	20	24	-	32	12	4
3	15	9	5	-	43	19	9

Se observa en la figura No.17 el conglomerado que presenta mayor porcentaje en la suma de las rotaciones con retornos con pradera y rastrojo de soja es el 2, con un 44% del total de rotaciones realizadas; con diferencias de 30% para el conglomerado número 3, el cual fue el que presento menor porcentaje de estas rotaciones (14%). También es importante resaltar la proporción de chacras con rastrojo de arroz de 3 años o más, donde se observa que el mayor porcentaje lo obtiene el conglomerado 3, conglomerado con menores rendimientos.

A continuación se presenta figura con las comparaciones entre los conglomerados de Inov CL y CL 212, con diferencias significativas ($p < 0,0024$).

Figura No. 18. Comparación de conglomerados de Inov CL y CL 212

Cultivar	Conglomerado	Rendimiento (tn/ha)
Inov CL	1	9,8 a
	2	9,5 a
	3	8,2 b
CL 212	1	8,4 b
	2	8,1 bc
	3	7,9 c

En el comportamiento de los cultivares en estudios se observó que conglomerados de mayor rendimiento de CL 212 no alcanzaron los nivel de los

conglomerados de mejor comportamiento de Inov CL; estos si se igualaron con el de peor comportamiento (conglomerado 3) de Inov CL. Las diferencias en rendimiento entre el conglomerado de mejor comportamiento en Inov CL y el de rendimiento más bajo de CL 212 son de 1,9 tn/ha.

2. Modelo de regresión múltiple

Como se observó en el capítulo Inov CL y CL 212, casi todas las variables de manejo eran favorables al cultivar Inov CL. En esta sección se neutralizarán esos manejos, para ver si el hecho de que Inov CL rinde más que CL 212 por tener mejores condiciones para alcanzar rendimientos superiores, o si es un factor genético que hace esta diferencia.

Se procedió a realizar un análisis de regresión múltiple con el fin observar cual eran los efectos de manejos sobre el rendimiento final de los cultivares. En el análisis existió diferencias significativas ($p < 0,041$), donde se contrarrestó efectos que tiene la fecha de siembra, fertilización total de nitrógeno, inicio de riego, historia de chacra, zonas y zafras sobre Inov CL y CL 212.

Cuadro No. 45. Modelo de regresión múltiple Inov CL y CL 212

Cultivar	Rendimiento (tn/ha)
Inov CL	8,90 a
CL 212	8,31 b

Como se puede observar en el cuadro, las diferencias en rendimiento con el análisis multivariados es de 0,59 tn/ha.

A partir de estos datos, se puede determinar de que la diferencia presentada entre ambos cultivares en todas las zonas y zafras en estudio, es un factor genético, no de manejo.

V. CONCLUSIONES

En un análisis general de datos, se constató que Inov CL tenía un rendimiento superior a CL 212, con diferencias de 1,1 tn/ha.

En las zonas en estudio, Lascano obtuvo un rendimiento superior a las demás zonas. La zafra 13/14 fue la que más rendimiento se obtuvo con diferencias de 0,4 tn/ha en comparación a la zafra 14/15; zafra que se observó menor rendimiento.

En referencia a los factores de manejo, ambos cultivares se vieron beneficiados con fechas de siembra tempranas o intermedias (15/09 a 15/11). Con siembras tardías se observó una caída de rendimiento. El impacto en los atrasos en fechas de siembra fueron mayores para Inov CL, caso contrario sucede con CL 212, donde las caídas en rendimiento no son relevantes. Se observó diferencias en las fechas de siembra, viéndose favorecida Inov CL.

Las fertilizaciones con nitrógeno tuvieron una buena respuesta en el incremento del rendimiento, con mayores niveles de agregado de nitrógeno a Inov CL (diferencia de 148 kg urea/ha). La respuesta al rendimiento con el agregado de nitrógeno fue mayor en Inov CL que CL 212 (7,1 y 5,4 kg/ha respectivamente).

Las historias de chacras los cultivares tenían una mayor respuesta en rendimiento cuando son sembrados sobre retorno con pradera y rastrojo de soja. Se observó diferencias, viéndose favoreciendo Inov CL con una proporción mayor en siembras sobre retorno con pradera y rastrojo de soja. Se constató chacras sembradas con rastrojo de arroz de 3 años o más para el caso de CL 212; para Inov CL ninguna chacra fue sembrado en rastrojo de arroz de más de 2 años. En un análisis de manejo sobre las historias de chacras se observó que Inov CL siembre rinde por encima de CL 212, independientemente del rastrojo donde es sembrado.

Los inicios de riego temprano fueron favorables a los incrementos en los rendimientos. Está muy correlacionado con las fechas de siembra, a medida que se inicia antes la siembra, el riego se inició antes; con los atrasos en la siembras los inicios de riego se dieron más tarde.

Al realizar un modelo de regresión múltiple se confirmó que existía una diferencias significativas en rendimiento a favor de Inov CL, con 0,59 tn/ha. Más allá de proporcionarles mejores condiciones para alcanzar un buen despeño, se comprueba que hay un factor genético que hace que Inov CL supere en rendimiento a CL 212.

VI. RESUMEN

El siguiente trabajo trata sobre una comparación entre dos cultivares Clearfield® un híbrido INOV CL y una variedad CL 212. El trabajo se realizó en la Estación Experimental del Este, INIA Treinta y Tres. La base de datos utilizada fue brindada por la empresa SAMAN perteneciente a las zafra 2013/2014, 2014/2015 y 2015/2016, estando constituida por datos comerciales sobre el manejo realizado en cada chacra, relevado por los Ingenieros Agrónomos responsable de cada zona. En una primera instancia se identifica que variables de manejo tienen más impacto a nivel general en el rendimiento, para posteriormente determinar cómo afectan estas variables específicamente a cada cultivar. Para realizar estos análisis se trabajó con modelos de regresión lineal y cuadrática, prueba t de Student, análisis multivariados y análisis de clusters. En una parte final luego de confirmar que existió una superioridad en rendimiento de Inov CL sobre 212 CL, se estudia si este mejor comportamiento tiene como motivo una diferencia en el manejo o existe una superioridad genética.

Palabras clave: *Oryza sativa*; Factores de manejo; Híbrido; Variedad; Rendimiento.

VII. SUMMARY

The following paper discusses about a comparison between two Clearfield® cultivars, an hybridInov CL and a inbred cultivar CL. The work was conducted at the East Experimental Station, INIA Treinta y Tres. The database used was provided by the company SAMAN belonging to the harvests 2013/2014, 2014/2015 and 2015/2016, being constituted by commercial data with information about the management in each farm collected by the Agronomists responsible for each area. First of all, it is identified the management variables that have more impact on the yield, to later determine how these variables affect each cultivars. To perform these analyzes, we worked with linear and quadratic regression models, Student t test, multivariate analysis and cluster analysis. Finally, after confirming that there was a superiority in yield of Inov CLOver 212 CL, it is studied whether this better behavior is motivated by a difference in management or there is a genetic superiority.

Keywords: *Oryza sativa*; Management factors; Hybrid rice; Inbred rice; Yield.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ACA (Asociación de Cultivadores de Arroz, UY). 2014. Historia del arroz en Uruguay. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 2 jun. 2018. Disponible en <http://www.aca.com.uy/wp-content/uploads/2017/06/HITOS-DEL-CULTIVO-DE-ARROZ.pdf>
2. Azcón-Bieto, J.; Talón, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2a. ed. Madrid, McGraw-Hill Interamericana. 656 p.
3. Blanco, P.; Pérez De Vida, F.; Roel, A. 1993. Tolerancia a fríos de los nuevos cultivares precoces INIA Yerbal e INIA Tacuarí. In: Reunión da Cultura do Arroz Irrigado (20^a.,1993, Pelotas). Anais. Porto Alegre, UEPAE. pp.77-80.
4. _____. 2017. Nuevos cultivares de arroz para el sistema Clearfield INIA CL 212 e INIA CL 244. (en línea). Revista INIA. no. 51:20-24. Consultado 20 jul. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8185/1/revista-INIA-51-diciembre-2017.-p.20-24.pdf>
5. Cantou, G.; Roel, A.; Molina, F.; Avila, S.; Casales, L. 2008. Efecto del momento de la inundación en INIA Olimar y El Paso 144, con y sin aplicación de fungicida. In: Arroz; resultados experimentales 2007- 2087. Treinta y Tres, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 545).
6. Carracelas, G. 2016. Determinación del potencial y brecha de rendimiento en arroz. (en línea). Revista INIA. no. 46:25-29. Consultado 12 jun. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6130/1/Rev46p25-29.pdf>
7. Chebataroff, N. 2012. Arroz uruguayo. Montevideo, Hemisferio Sur. 352 p.
8. DeDatta, K. 1981. Principles and practices of rice production .New York, Wiley. 618 p.
9. De la Fuente, S.2011. Análisis conglomerados. (en línea). Madrid. 1 p. Consultado 18 jun. 2018. Disponible en http://www.estadistica.net/Master-Econometria/Analisis_Cluster.pdf

10. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2001. Tecnología para la producción de arroz híbrido. La heterosis en el arroz. (en línea). Roma .s.p. Consultado 16 jun. 2018. Disponible en http://www.fao.org/docrep/003/v4730s/v4730s02.htm#P0_0
11. Ferreira, E.; Mountauban, F. 1998. Incidencia de factores climáticos sobre rendimiento y componentes y vías de construcción del rendimiento en cultivares de arroz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 186 p.
12. Gamarra, G. 1996. Arroz: manual de producción. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur.
13. Huang, M.; Tang, Q.; Ao, H.; Zou, Y. 2015. Yield potential and stability in super hybrid rice and its production strategies. Changsha, China, Hunan Agricultural University. pp. 1010-1015.
14. Lavecchia, A. 1991. Arroz: fertilización nitrogenada en la zona Norte del país. Montevideo, INIA. pp.11-20 (Serie Técnica no. 17)
15. Macedo, I. 2014. Incidencia de factores climáticos en el rendimiento de cultivares elite de arroz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 66 p.
16. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2012. Encuesta de arroz: zafra 2011/2012. (en línea). Montevideo. s.p. (Serie Encuestas no. 307). Consultado 20 jul.2018. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuesta_de_arroz_zafra_201112_agosto_2012_no_307_agosto_2012.pdf
17. _____. _____. 2016. Encuesta de arroz: zafra 2011/2012. (en línea). Montevideo. s.p. (Serie Encuestas no. 340). Consultado 20 jul.2018. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuesta_de_arroz_zafra_2015-16.pdf.
18. Miranda, P. 2010. La complejidad de los materiales híbridos. (en línea). Pelotas, Brasil, Seed news. s.p. Consultado 25 jul. 2018. Disponible en <https://seednews.com.br/edicoes/artigo/1555-la-complejidad-de-los-materiales-hibridos-edicao-novembro-2011>

19. Pérez de Vida, F. 2010. Ecofisiología del cultivo. In: Arroz: resultados experimentales 2009-2010. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 8-12.
20. _____. 2014. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: V. Ajuste en el potencial biológico en la región. In: Arroz-soja: resultados experimentales 2013-2014. Montevideo, Uruguay, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 735).
21. Píriz, M.; Pena, A. 2016. Clearfield® en arroz- sistema de producción, una herramienta muy buena que la debemos seguir cuidando: resultados experimentales 2015-2016. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 21-22.
22. Torrez, E. 2012. Desarrollo de híbridos de arroz para América Latina: un desafío para la investigación en mejoramiento de arroz. Arroz. no. 71:18-20.
23. Wei, H.; Zhang, H.; Blumwald, E.; Li, H.; Cheng, J.; Dai, Q.; Huo, Z.; Xu, K.; Guo, B. 2016. Different characteristics of high yield formation between inbred japonica super rice and inter-sub-specific hybrid super rice. Davis, USA, University of California. pp. 179-186.
24. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. Los Baños, Philippines, IRRI. 269 p.
25. Zorrilla, G. 2014. INIA investiga alternativas para mejorar la eficiencia de la producción arrocerá. (en línea). Diario El Observador, Montevideo, UY, sept. 04:1. Consultado 20 jul. Disponible en <https://www.elobservador.com.uy/nota/inia-investiga-alternativas-para-mejorar-la-eficiencia-de-la-produccion-arrocera-20149418110>