

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE POSGRADO

**TECNOLOGÍA PARA LA TRANSICIÓN DE USO DE LABOREO A SIEMBRA
DIRECTA EL LECHERÍA**

Por

Carlos Clérico Lorente

Tesis presentada como parte de las exigencias de
Posgrado de la Facultad de Agronomía en la opción
Ciencias del Suelo para la obtención del título de
Magíster en Ciencias del Suelo

MONTEVIDEO

URUGUAY

Marzo 2012

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE POSGRADO
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS

Carlos Clérici Lorente, Ingeniero Agrónomo

Tesis dirigida por

Ing. Agr. Fernando García Préchac (PhD)

Prof. Titular de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía

Aprobada por: Ing. Agr. (PhD) Mónica Barbazán; Ing. Agr. (PhD) Guillermo Siri;

Ing. Agr. (PhD) Andrés Quincke

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto PDT Tecnología para la transición del uso de laboreo a su no utilización (siembra directa) en Lechería INIA; ANPL; FAGRO por enmarcar este trabajo dentro de su ejecución.

Al Ing. Agr. (PhD) Fernando García Préchac por la dirección de la tesis.

A la Ing. Agr. (MSc) Lucía Salvo por la coordinación y ejecución del proyecto y revisión de este trabajo

Al Ing. Agr. Pablo Amarante por su activa participación en la primera etapa del proyecto.

A la Ing. Agr. (MSc) Mariana Hill por sus aportes en la revisión de este trabajo

A los compañeros del Departamento de Suelos y Aguas de FAGRO por su colaboración y apoyo en tareas de muestreo y procesamiento de la información generada.

Al CAP

TABLA DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	III
TABLA DE CONTENIDO	IV
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	VI
RESUMEN	X
SUMMARY	XII
I. <u>PRESENTACION</u>	1
II. <u>INTRODUCCION GENERAL</u>	1
II.a. Bibliografía	8
III. <u>TECNOLOGÍA PARA LA TRANSICIÓN DE USO DE LABOREO A SIEMBRA DIRECTA EL LECHERÍA</u>	11
A. RESUMEN	11
B. SUMMARY	12
C. INTRODUCCION	13
D. MATERIALES Y METODOS	14
1. <u>Sitios experimentales</u>	14
2. <u>Condiciones climáticas del período</u>	15
3. <u>Tratamientos</u>	15
4. <u>Determinaciones</u>	17
a. Previo a la siembra del maíz	17
b. Caracterización de los Barbechos químicos	17
c. Durante el ciclo del maíz	18
d. A la cosecha del maíz para silo	19
5. <u>Análisis estadístico</u>	19
E. RESULTADOS Y DISCUSION	19
1. Características de los barbechos químicos	19

a. Tiempo de Barbecho y Materia seca acumulada a la aplicación de glifosato.	19
b. Cantidad de restos secos y cobertura del suelo a la siembra del maíz.	20
c. Temperatura del suelo a la siembra del maíz	24
d. Contenido de agua en el suelo a la siembra del maíz	25
e. Contenido de nitrato en el suelo a la siembra del cultivo de maíz	27
f. Contenido de agua en el suelo durante el desarrollo del cultivo	28
g. Stress hídrico del maíz, medido a través de la temperatura foliar	32
h. Enmalezamiento durante el desarrollo del cultivo de maíz	32
2. Cultivo de maíz para silo	33
a. Población	33
b. Desarrollo del cultivo	33
c. Altura de planta	34
d. Rendimiento de maíz para silo	35
F. CONCLUSIONES	38
H. BIBLIOGRAFIA	39
IV. <u>DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES GLOBALES</u>	41
V. <u>ANEXO</u>	43

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro Núm.		Página
1	Contenido de materia orgánica (MO), densidad aparente (Dap) y fósforo disponible (Bray N° 1), de los suelos de los experimentos a las profundidades seleccionadas	14
2	Tiempos de barbecho de cada tratamiento y experimento – Año 2	20
3	Materia seca acumulada al comienzo del barbecho químico en el primer año (no se dispuso información para el experimento INIA)	20
4	Contenido de agua gravimétrico a la siembra de los experimentos en el año 2.	25
5	Contenido de agua gravimétrico a la siembra del maíz, para los distintos tratamientos de barbecho en el análisis conjunto de todos los sitios-Año 2	26
6	Contenido de nitrato en el suelo (0-15cm) a la siembra de maíz- Año 1	28
7	Contenido de nitrato en el suelo (0-15cm) a la siembra de maíz- Año 2	28
8	Diferencia entre temperatura atmosférica y temperatura foliar para cada tratamiento y experimento. Año 2	32

9	Numero de plantas de maíz ha ⁻¹ un mes después de la siembra, por tratamiento y experimento- Año 2	33
10	Número de hojas por planta de maíz un mes después de la siembra, por tratamiento y experimento- Año 2.	34
11	Altura de las plantas de maíz un mes después de la siembra, por tratamiento y experimento- Año 2.	35
12	Rendimiento de maíz para silo por tratamiento y experimento- Año 1	35
13	Rendimiento de maíz para silo para el barbecho de pradera del Experimento Sandro, en situaciones con y sin gramilla.	36
14	Rendimiento de maíz para silo por tratamiento y experimento- Año 2	37

Figura Núm.		Página
1	Diagrama de los tratamientos.	16
2	Cantidad de restos secos sobre el suelo al momento de la siembra del maíz – Año 2	21
3	Porcentaje de cobertura por restos secos en cada tratamiento de barbecho al momento de la siembra del maíz. Año 2.	22
4	Porcentaje de cobertura por restos secos en cada tratamiento de barbecho al momento de la siembra del maíz –Año 1	23
5	Cantidad de restos secos sobre el suelo (kg MS/ha) y cobertura (%RS) en cada experimento a la siembra del maíz. Año 2	24
6	Contenido de agua gravimétrica en los diferentes tratamientos de barbecho del experimento de INIA, antes y después de una lluvia. Año 2	26
7	Contenido de agua gravimétrico hasta los 60 cm de profundidad - 13 de diciembre 2006 – Año 2, para los distintos tratamientos del experimento CRS.	29
8	Contenido de agua gravimétrico de los primeros 20 cm de profundidad - 12 de diciembre 2006, Año 2, para los distintos	30

tratamientos y experimentos.

- 9 Contenido de agua gravimétrico hasta los 60cm de profundidad del 27 31
de diciembre 2006, Año 2, para los distintos tratamientos de CRS.

- 10 Contenido de agua gravimétrico en los primeros 20 cm de suelo del 31
muestreo de 19 de enero de 2007, Año 2, para los distintos
tratamientos de Sandro.

RESUMEN

La SD interesa en Lechería por sus ventajas de costo, oportunidad de siembra y utilización de pasturas y conservación de los recursos naturales. El período de transición, LC a SD, limita su adopción. Los antecedentes indican que el barbecho químico previo a las siembras es una de las principales variables en SD, interaccionando con la cantidad y tipo de rastrojo. Este trabajo pretende responder preguntas sobre el tiempo mínimo de barbecho químico, la cantidad mínima de rastrojo que debe dejarse, cómo es afectado el tiempo mínimo de barbecho por la cantidad y calidad del rastrojo, cuáles son los cambios en disponibilidad de nitrógeno, contenido de agua, temperatura, en respuesta al tiempo de barbecho, cantidad y calidad de rastrojo, cómo interaccionan las variables mencionadas con el estado de degradación del suelo, en situaciones de transición, LC a SD. Se seleccionaron dos sitios en predios de productores (Ceretta y Sandro) y dos en estaciones experimentales (CRS-FA-UDELAR e INIA-La Estanzuela), sobre Vertisoles con diferente estado de degradación y con pasturas a ser pasadas a cultivos en la rotación. Los tratamientos, en cada sitio fueron, 1) Barbecho químico desde otoño hasta la SD del maíz, 2) Barbecho químico desde inicio de verano, SD de verdeo de invierno, barbecho químico desde fines de julio hasta SD del maíz y 3) idem 2), excepto que el barbecho químico sobre el verdeo comenzó a fines de agosto. La cobertura varió entre barbechos de pradera de los diferentes sitios, cuantitativa y cualitativamente, mientras que los tratamientos con avena variaron entre 30% y 60%, sin mayor variación entre sitios. El contenido de agua de 0-15 cm no difirió entre tratamientos; el N-NO₃ varió según la pastura de partida y el tiempo de barbecho. Los barbechos de praderas con leguminosas presentaron mayores niveles de nitratos que los sitios Ceretta y Sandro; dichos niveles disminuyeron al acortar el tiempo de barbecho. Las conclusiones que surgen de este trabajo son: 1) como cabeza de rotación sobre pradera, conviene realizar un verdeo de invierno. 2) en esos verdeos, el retiro del pastoreo debe realizarse al menos 2 meses antes de la siembra del maíz, dejando un mes de acumulación de forraje previo

a la aplicación de herbicida y aproximadamente un mes de barbecho efectivo.. 3) el estado de calidad del suelo debido a su uso anterior y el de composición botánica y enmalezamiento de la pastura previa condicionan los resultados.

PALABRAS CLAVE: siembra directa, barbecho químico, maíz para silo

SUMMARY

The SD interest in Dairy for its advantages of cost, timeliness of planting and use of pastures and natural resource conservation. The period of transition from LC to SD appears as limiting its adoption. The records indicate that the chemical fallow period before planting is one of the main variables in SD, interacting with the amount and type of stubble. This paper aims to answer questions about the minimum chemical fallow, the minimum amount of stubble to be left, how the minimum time is affected by the amount of fallow and stubble quality, what are the changes in nitrogen availability, water content temperature, in response to time of fallow, stubble quantity and quality, how these variables interact with the relative state of degradation, in situations of transition from LC to SD. We selected two sites in lots of producers (Ceretta and Sandro) and two experimental stations (CRS-FA-UDELAR and INIA-La Estanzuela) on similar soils (Vertisols) with different state of degradation and pasture crops to be passed to in the rotation. At each site we installed a trial with the following treatments: 1) chemical fallow from autumn to SD corn, 2) chemical fallow since the beginning of summer, winter green onions SD, chemical fallow from late July to SD corn and 3) idem 2), except that the chemical fallow on the greening began in late agosto. La generated land cover ranged from grassland fallows of different sites quantitatively and qualitatively, while oats treatments were between 30% and 60%, without major variations between sites. The volumetric water content of 0-15 cm soil was not different between treatments, with good water status at sowing. In contrast, NO₃-N content varied by starting pasture and fallow time. In general, fallow pastures and pulses (CRS and INIA) had higher levels of nitrates Ceretta sites (festucal) and Sandro (gramillal), these levels decreased as time was shortened fallow. The recommendations arising from this work are: 1) as head rotation on prairie, making a winter oat, because the results showed no benefit of making a long fallow from the meadows 2) in such soiling, however, removal of grazing should be performed at least 2 months before planting corn, leaving a month to accumulate forage prior to application of herbicide and about a month fallow. 3) Sites

with less soil quality and greater weed problems showed more yield variation between years.

KEY WORDS: tillage, chemical fallow, corn silage

I. PRESENTACIÓN

El presente trabajo consta de una introducción ampliada que presenta la justificación y los principales antecedentes de la temática del estudio y un artículo científico en formato sugerido para publicar en la Revista Agrociencia. (<http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.html>).

II. INTRODUCCIÓN GENERAL

La lechería es la producción pecuaria nacional más intensiva, en términos de producción de valor y ocupación por unidad de superficie y es la base de la principal agroindustria nacional.

Los sistemas de producción lechera del país que realizan las siembras de pasturas y cultivos mediante laboreo convencional (LC), se caracterizan por una elevada proporción de tierra improductiva a lo largo del año y un bajo aprovechamiento del forraje consumido en forma directa por los animales, particularmente durante el otoño-invierno, cuando ocurren excesos de agua en el suelo. Además, con dicha tecnología no es posible agregar a las rotaciones las áreas ocupadas por suelos no arables debido a su riesgo de erosión o por presentar problemas de drenaje. Otra importante limitante de la tecnología convencional es la erosión y degradación del suelo que inevitablemente ocurren en los ciclos de cultivos, a pesar de que el laboreo se realice con una adecuada sistematización de tierras. Estos efectos son revertidos por los ciclos de pasturas de las rotaciones (García Préchac, 1992a) pero no se llegan a compensar totalmente las pérdidas del ciclo de cultivos, por lo que a largo plazo se observa una tendencia general de pérdida de materia orgánica (Díaz, 1992), la principal propiedad determinante de calidad del suelo, indicando que con la tecnología del laboreo convencional se compromete la sustentabilidad del sistema a largo plazo.

El estado actual de adopción de la nueva tecnología de la siembra directa (SD) en los sistemas de producción agropecuarios es diferente según el sistema productivo. En una encuesta realizada en los departamentos del litoral, se encontró que el 35% de los productores usaban SD, con un incremento hasta el 52,5% el caso de los que realizaron

cultivos en el 2000 (Scarlatto et al., 2001). Según una encuesta conjunta con la anterior realizada por DIEA (2001), pero que agrega los departamentos de Flores, Florida, San José y Canelones a los del Litoral, se estima que el 11% de los productores hacía SD; pero estos productores ocupaban el 44% del área de la encuesta. En el mismo año se realizó otra encuesta a nivel nacional con una muestra seleccionada de 249 productores sobre una población de 2796 productores lecheros (Ernst et al., 2001). Dicha encuesta encontró que el 25 % de los productores lecheros utilizaba SD en algún cultivo y que 3,75% lo hacía en forma sistemática. Esta información muestra un rezago en la adopción de SD en Lechería comparada con la agricultura cerealera. Si se consideran los productores que en este rubro usan SD, pero no en forma exclusiva, en 2005 el 97% de los verdeos invernales se realizaron con esta tecnología (Lazbal et al, 2006). A 2005 se estimó que la adopción de SD en lechería era del 44% de los productores (Durán y García Préchac, 2007).

A partir de la información experimental, la proveniente de los productores de avanzada que realizan SD, y de cálculos de costos publicados por FUCREA hasta 2002, es posible encontrar las principales razones de la ocurrencia de este proceso de cambio tecnológico. De la encuesta de DIEA (2001) surge que la principal razón de adopción indicada por los productores que hacen SD es la oportunidad de realización de las labores (50,9%); la segunda razón es la reducción de la erosión y degradación del suelo. La erosión medida experimentalmente en rotaciones forrajeras con SD, es tan baja como la medida bajo campo natural y siete veces menor a la determinada con LC, en Argisoles de la Unidad Alférez (Terra y García Préchac, 2001). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Sawchick y Quintana (Cit. por García Préchac, 1992b y Durán y García Préchac, 2007) en Brunosoles de la Unidad Ecilda Paullier-Las Brujas, en rotaciones de cultivos de grano y pasturas. En sistemas de cultivos forrajeros continuos, el contenido de materia orgánica del suelo descendió un 7% y luego llegó a un equilibrio con SD durante 5 años, pero se redujo en 23% con LC y tiende a continuar haciéndolo durante igual período (Terra y García Préchac, 2002). Sin embargo, en sistemas experimentales en SD de doble cultivo forrajero anual en rotación con pasturas,

se llegó en 5 años a contenidos de materia orgánica por encima de los encontrados en el campo natural. Otros trabajos realizados en la Unidad Experimental de Palo a Pique de INIA-Treinta y Tres (Terra y García Préchac, 1998) muestran que la utilización animal de los verdeos de invierno es al menos 10% mayor con SD que con LC; en condiciones extremas de exceso de agua la diferencia a favor de SD llegó a 30%. En un predio lechero de 1200 ha de la zona de Sarandí Grande, de las 471 ha consideradas no arables con LC, 350 ha (el 75%) se integraron a la rotación forrajera o fueron mejoradas usando SD (Valenti, 1997). La evaluación de costos totales (fijos y variables) de cultivos de invierno y verano, y de siembras consociadas de pasturas, publicadas por FUCREA (según la revista de dicha Institución en los que se presentan anualmente sus estimaciones de costos de 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002), muestra que la ventaja de SD sobre LC está, aproximadamente, entre 30 y 15 %. Dicha ventaja se fue ensanchando durante dichos años por el incremento del precio de los combustibles y la disminución del precio de los herbicidas a base de glifosato. Las menores ventajas de costo a favor de SD se dan en los casos en que las semillas tienen una mayor participación en el costo total (siembras consociadas). La encuesta a productores lecheros antes mencionada, encontró que la producción de los que realizan SD era de 2163 L ha⁻¹ año⁻¹, mientras que los que no hacían SD tenían una producción promedio de 1894 L ha⁻¹ año⁻¹, aunque la diferencia no resultó estadísticamente significativa. Esto, al menos, permite asegurar que la utilización de SD no determina pérdida de productividad. Los resultados experimentales de largo plazo con SD continua en sistemas de producción animal con pastoreo directo, comparadas con el uso continuo de LC, muestran mayor productividad con SD (Terra y García Préchac, 2001). Considerando conjuntamente ambos elementos, costo y productividad, se evidencia la que probablemente sea la razón principal que impulsa la adopción de la SD. Al respecto, es importante señalar que en parte de la unidad de lechería de la estación experimental INIA-La Estanzuela, luego de pasar de usar laboreo a usar SD, no solamente no se ha perdido productividad sino que la misma ha continuado aumentando (Durán, 2003). La media de producción de leche por ha entre 1995 y 1998, con laboreo, fue de 9077 L ha⁻¹. Desde que se implantó el nuevo sistema

con SD, el promedio anual (1999-2002) fue de 9426 L ha⁻¹. En dicho promedio se incluye la sequía 2000/01, año en el que el sistema lechero con SD logró igualmente producir 8167 L ha⁻¹.

Es particularmente llamativo que en la mencionada encuesta realizada a productores lecheros, dentro de los que no hacen SD, aparece como importantes razones de no adopción el riesgo de pérdida de productividad y el mayor costo de la SD. Esto, por sí solo, justifica el plantear la realización de actividades de difusión a productores y de actualización de técnicos, sobre el conocimiento disponible en SD para la producción animal. En cambio, de los muy escasos que habiendo realizado alguna experiencia en SD la han abandonado (10%), en el mismo nivel de importancia que la falta de maquinaria de SD señalan fallas en la implantación como los motivos de dicho abandono. Esto indica que, además de la falta de conocimiento de los principiantes, también existen problemas particulares en la etapa de transición de un sistema en LC a uno en SD. El 82% de los productores que hacen SD en forma no sistemática, indican que la compactación del suelo derivada de su uso anterior con laboreo es la principal razón para seguir alternando laboreos (como forma de remedio a corto plazo) con el uso de SD. Entre el 77 y 80% de estos productores laborean superficialmente en forma ocasional para eliminar las huellas de pisoteo animal y para nivelar áreas que mantienen microrelieve excesivo (normalmente ocasionado por surcos muertos y remates del LC anterior). Es decir, existen problemas evidentes y particulares en la etapa de transición de uso de LC al de SD que merecen ser estudiados experimentalmente con detalle para encontrar formas de eliminarlos. Además de los problemas que indican los productores en SD ocasional y los que no la han adoptado, existen otros que surgen de trabajos de investigación ya realizados, además de hipótesis de trabajo que aún no se han probado experimentalmente.

La experiencia de transición de LC a SD tuvo mayoritariamente lugar sobre suelos que, por su historia en LC, han sufrido importantes niveles de degradación. Los trabajos en INIA-Treinta y Tres (Terra y García Préchac, 2001) han demostrado que cuando se comienza usando SD en suelos vírgenes o con escasa historia en LC, no se

encuentran problemas de productividad, así como que la calidad del suelo se mantiene o mejora en función del balance que se logre entre extracción de biomasa y retorno de ésta al suelo. Esta información y observaciones provenientes de casos de producción comercial, conducen a plantear la hipótesis que el estado relativo de degradación de los suelos debe ser un factor determinante de los resultados en el período de transición. Esto debe verificarse y cuantificarse para guiar la toma de decisiones sobre la priorización de áreas en las cuales ir comenzando la transición dentro de los establecimientos, aumentando las probabilidades de éxito.

Los resultados experimentales y las experiencias productivas indican que el tiempo de barbecho químico previo a las siembras es una de las principales variables para aumentar las probabilidades de éxito en el uso de SD (los que hacen SD en la encuesta en Lechería, lo identifican como una de las recomendaciones de alta importancia). Una de las consecuencias positivas de dicho tiempo de barbecho es mayor disponibilidad de nitrógeno (Ernst 2000, Terra y García Préchac, 2001). Pero también provoca mejora en las condiciones físicas y mayor disponibilidad de agua, de gran importancia en la siembra de cultivos de verano (García Préchac et al., 2003). A su vez, no está claramente definido el tiempo necesario de barbecho químico. Esto es de fundamental importancia en sistemas tan intensivos en cuanto a ocupación en el tiempo de la tierra como los lecheros (es señalado por los productores encuestados). También, hipotéticamente, se piensa que la cantidad y tipo de rastrojo de la vegetación anterior deben interaccionar con el tiempo de barbecho químico.

Los productores que realizan SD en lechería, indican en forma mayoritaria como un problema a la presencia de altas cantidades de gramilla (*Cynodon dactylon*) en las praderas de más de 2 años. En los sistemas de rotaciones experimentales de larga duración en SD, tanto para la producción de granos como para pastoreo directo con animales, se ha encontrado que la gramilla en SD desaparece como problema, pasándolo a ser otras malezas como raigrás (*Lolium multiflorum*), balango (*Avena fatua*) y cebadilla (*Brumus sp.*) en invierno y pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*) en verano (Ernst, 2000; Terra y García Préchac, 2001). Además, existe conocimiento disponible

para controlar la gramilla en SD (Ríos, 2001). Las malezas de invierno indicadas no son un problema en el caso de verdeos de invierno ya que se suman a la producción de forraje. Los productores con SD establecida por más años han recogido igual experiencia.

El conjunto de problemas identificados para iniciar la adopción de la SD en predios lecheros (transición desde el uso de laboreo) debe ser abordado por el esfuerzo conjunto de investigación y difusión en las condiciones de nuestro país. No existe experiencia internacional con resultados aplicables a ellas. Lo más cercano se resume en el trabajo de revisión de lo realizado sobre SD en las pampa subhúmeda y semiárida de la Argentina, pero con énfasis en la producción de granos (Díaz-Zorita et al., 2002). Nuestros sistemas productivos predominantes son de rotación de pasturas pastoreadas directamente y cultivos. En el caso de la lechería, tanto las pasturas como los cultivos son pastoreados y se introduce otro elemento diferencial con la experiencia internacional, la compactación superficial generada por dichos pastoreos, así como la baja cobertura del suelo tras los mismos.

El proyecto que enmarca este trabajo reunió todos los grupos de trabajo e instituciones de investigación nacionales que habían estado trabajando en estos temas hasta la fecha de formulación del proyecto, en particular los de la Facultad de Agronomía y el INIA, contando con la colaboración y participación de las instituciones de productores y técnicos interesados en el tema en todo lo referente a investigación en predios de productores, validación y difusión (ANPL y AUSID). También, contó con el apoyo de la principal empresa industrial lechera (CONAPROLE). Su formulación fue parte de un proceso iniciado en 1994 con un Proyecto financiado por PROVA-MGAP a la ANPL y la FAGRO-UDELAR, con el apoyo de CONAPROLE y AUSID. Luego, con financiación del PRENADER, se ejecutaron proyectos independientes sobre siembra directa, por parte del INIA, la FAGRO-UDELAR y AUSID, los cuales estaban al menos parcialmente relacionados con la lechería,. Los resultados de estos trabajos constituyen la mayoría de las fuentes de información citadas precedentemente. A fines de los 90, la ANPL creó su Comisión de Siembra Directa, ante el convencimiento de las ventajas que

genera esta nueva tecnología. A la misma fueron convocadas todas las instituciones con antecedentes e interés en el tema y se decidió realizar un trabajo de encuesta a los productores lecheros del país, para diagnosticar el estado de adopción de la nueva tecnología y las limitantes para hacerlo (Proyecto FPTA; Ernst et al., 2001). De este trabajo y discusiones posteriores, surgieron las prioridades en cuanto a necesidades de investigación que llevaron a la formulación del proyecto PDT “Tecnología para la transición de uso de laboreo a su no utilización (siembra directa) en Lechería” FAGRO en Convenio con INIA y ANPL, en 2004 en el cual se desarrolló esta tesis.

En resumen, este trabajo de investigación pretende responder preguntas sobre el tiempo mínimo de barbecho químico, la cantidad mínima de rastrojo que debe dejarse de la vegetación anterior, cómo es afectado el tiempo mínimo de barbecho por la cantidad y calidad del rastrojo, cuáles son los cambios en disponibilidad de nitrógeno, contenido de agua, temperatura, en respuesta al tiempo de barbecho, cantidad y calidad de rastrojo, cómo interaccionan las variables mencionadas con el estado relativo de degradación del suelo, en situaciones de transición de LC a SD.

IIa. BIBLIOGRAFIA

Díaz, R. 1992. Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas. *Inv. Agron., Rev. del INIA*, 1(I): 103-110.

Díaz-Zorita, M., Duarte, G.A., Grove, J.H., 2002. A review of no-till systems and soil management for sustainable crop production in the subhumid and semiarid Pampas of Argentina. *Soil Tillage. Res.* 65, 1-18.

DIEA 2001. Siembra directa: Su aplicación en área de cultivos de secano, Año Agrícola 2000/01, Bol. Informativo, Trabajos Especiales No. 22, DIEA-MGAP.

Durán, A., García Préchac, F. 2007. Suelos del Uruguay. Origen, clasificación y manejo. Volumen II. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay. 358p.

Durán, H. 2003. Validación de un sistema lechero de alta producción por vaca y por ha con siembra directa. In Siembra Directa para la Producción de Leche, INIA-Corp. Para el Desarrollo-ANPL-CONAPROLE-FIDA, La Estanzuela, p: 29-35.

Ernst, O. 2000. Siete años de siembra sin laboreo. *Rev. Cangüé* No. 20, EEMAC-Fac. de Agronomía, p: 9-13.

Ernst, O.; Bentacur, O.; Siri, G.; Franco, J.; Lazbal, E. 2001. Nivel de adopción y situación de la siembra directa en establecimientos de producción lechera. INIA Serie FPTA-INIA 06, p: 103 -133.

García Préchac, F. 1992a. Propiedades físicas y erosión en rotaciones de cultivos y pasturas, *Rev. Inv. Agron. Del INIA*, 1(I): 127-140.

García, F. 1992b. Guía para la toma de decisiones en conservación de suelos, 3ra. aproximación, INIA, Serie Técnica No. 26, 63p. (Edición agotada).

García Préchac, F. 2001, Siembra Directa en Producción de Forraje. In Díaz Roselló, R. (Ed.) Siembra directa en el Cono Sur, PROCISUR (IICA-OEA), Documentos, p: 427-448.

García Préchac, F., O. Ernst, G. Siri y J. A. Terra 2003. Integrating no-till into Crop-Pasture rotation in Uruguay, Review, aceptado para publicar por Soil and Tillage Research el 9/12/03 (paper STILL 1876, disponible en www.sciencedirect.com).

Lazblal, E. 2006. Nivel de adopción y situación de la siembra directa en establecimientos de producción lechera. Serie FPTA de INIA, Uruguay.

Ríos, A. 2001. Dinámica y control de *Cynodon dactylon* en sistemas mixtos de siembra directa y laboreo convencional. In R. Díaz Roselló (Ed.) Siembra Directa en el Cono Sur, Serie Documentos del PROCISUR (IICA-OEA), p: 211-224.

Scarlatto, G., M. Buxedas, J. Franco y A. Pernas 2001. Siembra directa en la agricultura del litoral oeste uruguayo: adopción y demandas de investigación y difusión. INIA, Ser. FPTA-INIA 06, p: 17-102.

Terra, J.A. y F. García Préchac 1998. Uso y manejo sustentable de los suelos de las lomadas del este. In Producción animal, Unidad Experimental Palo a Pique, INIA-Treinta y Tres, Serie Activ. de Dif. No. 172, p: 49-65.

Terra, J. y F. García Préchac 2001. Siembra directa y rotaciones en las Lomadas del este: Síntesis 1995-2000, INIA-Treinta y Tres, Ser. Técnica No. 125, 100 p.

Terra, J.A. y F. García Préchac 2002. Soil organic carbon content of a typic argiudoll in Uruguay under forage crops and pastures rotations for direct grazing: effect of tillage intensity and rotation system. In E. van Santen (ed.), Making Conservation Tillage Conventional: Building a Future on 25 Years of Research. Proc. of 25th Annual Southern Cons. Tillage Conf. for Sustainable Agriculture, Auburn, AL, 24-26 June 2002. Special Report nº 1. Alabama Agric.Expt. Stn.and Auburn Univ., AL 36849. USA, p:70-73.

Valenti, D. 1997. Adopción de la siembra directa en el establecimiento lechero “Los Pepeos”. In Jornada de Siembra Directa del VII Cong. Nac. de Ing. Agr., AIA-Uruguay, p: 3-8.

III. TECNOLOGÍA PARA LA TRANSICIÓN DE USO DE LABOREO A SIEMBRA DIRECTA EL LECHERÍA

Carlos Clérici

Dpto. De Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República Oriental del Uruguay, Garzón 780, CP.:12900, Montevideo, Uruguay.

Tel.: +598 2 3561251; e-mail: clericif@fagro.edu.uy

A. RESUMEN

La Siembra Directa (SD) en Lechería presenta ventajas de costo, oportunidad de siembra, utilización de pasturas y conservación de suelos. Pero su adopción ha sido dificultosa por problemas de implantación de maíz luego de pasturas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de planta entera de maíz con SD sobre diferentes largos de barbecho de pradera o verdes de invierno en diferentes condiciones de suelos similares, a través de cobertura con residuos, disponibilidad de nitrógeno, temperatura y agua en el suelo. En 4 sitios del mismo suelo, en diferente estado por uso previo, en 2 años con diferente régimen pluvial, los tratamientos fueron: Barbecho químico de pradera iniciado desde diciembre (BP) hasta la siembra del maíz, verdeo de invierno sembrado en febrero en SD, con barbecho químico desde agosto (BLAv) o desde setiembre (BCAv). Existieron diferencias en cantidad de residuos y cobertura del suelo a la siembra. El contenido volumétrico de agua del suelo no fue diferente entre tratamientos, no siendo limitante a la siembra. El contenido de N-NO₃ varió según la pastura previa y el tiempo de barbecho. No hubo efecto del largo de barbecho de pradera en la producción de maíz, por lo que no es un manejo seguro y generalizable. Los tratamientos con avena, en los dos años evaluados, presentaron iguales o mayores rendimientos de materia seca ensilable de maíz, sin diferencias entre la duración de los mismos. Los sitios con suelo más degradado y pasturas más enmalezadas variaron más sus resultados entre años.

PALABRAS CLAVE: siembra directa, barbecho químico, maíz para silo
TECHNOLOGY FOR TRANSICION FROM CONVENTIONAL TILLAGE TO
NO TILLAGE IN DARY SYSTEMS

Carlos Clérici

Dpto. Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República Oriental del Uruguay, Garzón 780, CP.:12900, Montevideo, Uruguay.

Tel.: +598 2 3561251; e-mail: cleric@fagro.edu.uy

B. SUMMARY

No-tillage (NT) use, in dairy has advantages of cost, planting date, grazing opportunity and soil conservation. However, adoption is difficult due to inconsistent corn results when planted following perennial pastures. The objective of this study was to evaluate the production of silage corn NT-planted on different fallow length of winter annual pasture through residue amount and cover, soil nitrogen availability, temperature and water content. In 4 sites with similar soils but different quality, in 2 years with different rainfall regime, experimental treatments were: chemical fallow of the pasture initiated in December (BP) until corn planting; oats NT-planted in February, grazed and herbicide killed in August (BLAv) or September (BCAv), for NT planting of corn in October. There were differences between treatments in residues dry matter and soil cover at corn planting. Soil water content was not different between treatments being adequate for corn sowing. Soil NO₃-N content varied according to pasture botanical composition and fallow length. There was no effect of the previous perennial pasture fallow on corn yield for silage, what precludes its recommendation as a secure and general management practice. Treatments that included grazed oats, in both experimental years, showed similar or greater dry matter yield of corn. Sites with less soil quality and greater weed problems showed more yield variation between years.

KEY WORDS: No Tillage, chemical fallow, maize silage

C. INTRODUCCIÓN

La lechería es la producción pecuaria nacional más intensiva, en términos de producción de valor y ocupación por unidad de superficie y es la base de la principal agroindustria nacional. Los sistemas de producción lechera del país han realizado tradicionalmente las siembras de pasturas y cultivos mediante laboreo convencional (LC). Estos sistemas se caracterizan por una elevada proporción de tierra improductiva a lo largo del año y un bajo aprovechamiento del forraje consumido en forma directa por los animales, particularmente durante el otoño-invierno, cuando ocurren excesos de agua en el suelo. En una encuesta a nivel nacional con una muestra seleccionada de 249 productores sobre una población de 2796 productores lecheros (Ernst et al., 2001), se encontró que el 25 % utilizaba siembra directa (SD) en algún cultivo y que 3,75% lo hacía en forma sistemática. Esta información mostraba un rezago en la adopción de SD en lechería, comparada con la agricultura cerealera. En dicho trabajo se evidenció que los productores identificaban que el cultivo de maíz para silo luego de una pradera debería ser realizado en LC, ya que con SD no se obtenían los rendimientos esperados. Analizando lo anterior se identificó que la transición de la pradera realizada con LC al cultivo de maíz con SD, era la etapa crítica.

En esta etapa existen algunos aspectos claves de manejo que pueden incidir en el mayor o menor éxito de la transición. En primer término la condición de las pasturas al final de esta etapa, en lo referente a producción de forraje, enmalezamiento y compactación del suelo por pisoteo de los animales, condiciona en gran medida la posibilidad de la posterior siembra sin laboreo. (Taboada, 2007). Poner citas de gentes que han trabajado sobre esto. Por otro lado la duración del barbecho químico afecta la disponibilidad de agua y nutrientes para el próximo cultivo. (García Préchac et al., 2003) y (Ernst 2000, Terra y García Préchac, 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de maíz para silo de planta entera realizado con SD sobre barbecho de pradera o verdeos de invierno, comparando diferentes duraciones de barbecho químico en términos de cobertura con residuos,

disponibilidad de nitrógeno, temperatura y agua en el suelo, a la siembra del cultivo de verano en la primavera siguiente, y su consecuencia productiva.

D. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Sitios Experimentales

Los experimentos se realizaron en predios de productores localizados en: Cerrillos, Departamento de Canelones, en adelante Sandro; Villa Rodríguez, Dpto. de San José, en adelante Ceretta; Estaciones Experimentales: CRS (Centro Regional Sur Facultad de Agronomía, Joanicó, Dpto. de Canelones) e INIA (La Estanzuela, Dpto. de Colonia). Los experimentos se realizaron durante dos zafras: 2005-2006 y 2006-2007.

Los suelos predominantes de todos los sitios son similares (Vertisoles Rúpticos Típicos (CRSU-MGAP 1976) Termic Typic Hapludert (Soil Taxonomy USDA, 2003)

En el Cuadro 1 se presenta el contenido de materia orgánica, densidad aparente y fósforo disponible (Bray N° 1), de los suelos seleccionados para la instalación de los experimentos.

Cuadro 1. Contenido de materia orgánica (MO), densidad aparente (Dap) y fósforo disponible (Bray N° 1), de los suelos de los experimentos a las profundidades seleccionadas

	MO (%)	Dap (g cm³)	P Bray (mg Kg⁻¹)	pH H₂O
	0 - 20cm	3 - 6cm	0 - 15cm	0 - 15cm
CRS	5,2	1,26	27,3	5,7
Sandro	4,0	1,30	11,7	6
INIA	4,0	1,21	12,0	6,7
Ceretta	3,7	1,34	28,3	6

2. Condiciones climáticas del período

Previo a la siembra del maíz, realizada en octubre de 2005 y 2006, el régimen de precipitaciones fue similar en los dos años y en ambos casos se sembró con buen contenido de agua en el suelo. La diferencia climática entre zafras estuvo dada principalmente en el período post siembra. Mientras que en la zafra 2006-2007 no existieron limitantes hídricas durante el desarrollo vegetativo del cultivo y sí las hubo al final del ciclo; durante la zafra del 2005-2006, las deficiencias hídricas se dieron más al comienzo del ciclo del cultivo (noviembre y diciembre, con menos de 50mm en cada mes) y no durante los estadios reproductivos.

3. Tratamientos

Los tratamientos se realizaron sobre una situación inicial de pradera de 3 o más años, en rotaciones con laboreo, a excepción del experimento Sandro que procedía de un sistema de siembra directa iniciado previo a la instalación de la pradera. Los tratamientos fueron:

- Barbecho químico sobre pradera, desde el otoño hasta la SD de maíz en la primavera: Barbecho de pradera (BP)

- Barbecho químico sobre pradera desde el verano y SD de verdeo de invierno en Mayo. Retiro del pastoreo en Julio y comienzo del barbecho químico sobre el verdeo en agosto, SD del maíz en octubre: Barbecho largo de avena (BLAv)

- Idem anterior, excepto que el retiro del pastoreo fue en agosto y el barbecho químico sobre el verdeo comenzó en setiembre: Barbecho corto de avena (BCAv)

- En el año 2005, aprovechando una situación coyuntural, se agregó un tratamiento exclusivamente en el experimento Sandro: ídem BCAv, excepto que el barbecho químico sobre el verdeo comenzó en setiembre: Barbecho corto de avena + restos; (BCAv+R).

En el año 2006 y en base a los resultados obtenidos durante el año previo, se decidió mantener el BP de barbecho de pradera, solo en las estaciones experimentales y quitarlo de los ensayos en predios de productores.

Otro cambio fue agregar en todos los sitios el (BCAv+R), que en el año 2005 había sido probado únicamente en el experimento Sandro.

La Figura 1 presenta un diagrama de los tratamientos.

El maíz fue sembrado en la primera quincena de octubre en todos los experimentos los 2 años. Se sembraron en promedio 6,3 semillas por metro lineal, a una distancia de las entrefilas de 0,80m, dando en promedio 78.250 semillas ha⁻¹. Cultivar: Maiz Silero 785. Se utilizó los dos años y en todos los sitios la misma sembradora de cultivos de verano., Fertilización a la siembra: 180 kg ha⁻¹ de 18 46 46 0. Refertilización 70 kg ha⁻¹ con Urea.

- El maíz se cosechó con 30 a 40% de materia seca en planta entera.

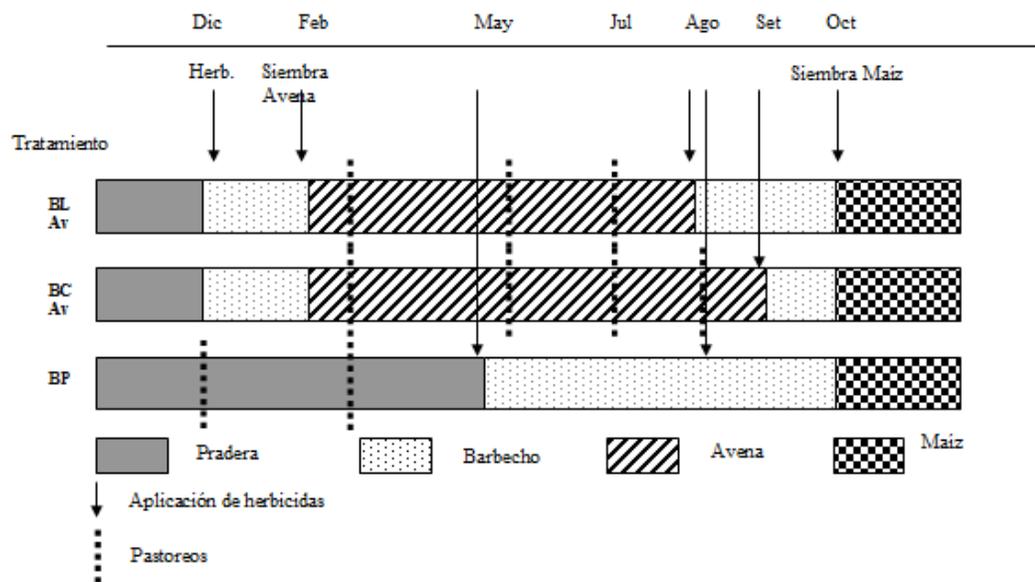


Figura 1. Diagrama de los tratamientos.

4. Determinaciones

a. Previo a la siembra del maíz

Caracterización de sitios

- Materia orgánica (%) de 0 a 5 y 5 a 15cm (Nelson y Sommers, 1996).
- pH de 0 a 5 y 5 a 15cm (Thomas, 1996).
- Densidad Aparente (Dap) de 0 a 3cm y a más de 10cm de profundidad. Se tomaron tres muestras (repeticiones) por unidad experimental. (Blake y Hartge, 1986).
- N-NO₃ (mg kg⁻¹) de 0 a 5 y 5 a 15cm. (Mulvaney, 1996).
- Fósforo Bray (mg kg⁻¹) de 0 a 5 y 5 a 15cm (Kuo, 1996).
- Contenido de agua en el suelo de 0 a 20cm. En la zafra 2005-2006 se realizó con TDR obteniendo el % volumétrico de agua en base a 5 determinaciones por parcela.. En la zafra 2006-2007 las mediciones se realizaron gravimétricamente. Para esto se tomó una muestra compuesta de tres tomas de suelo por unidad experimental. Las muestras se pesaron húmedas, se secaron por 48 horas a 105 °C y se pesaron secas, obteniéndose así el contenido de agua gravimétrico de la muestra.

b. Caracterización de los Barbechos químicos

- Año 1 y 2: Materia seca acumulada al momento de aplicación del glifosato (kg ha¹) y cobertura de la superficie (%) a la siembra. Se utilizó un rectángulo de 0.1 m², con el cual se tomaron 20 muestras al azar por unidad experimental y en cada una de ellas se colectó el material, se secó y pesó. Se realizó una estimación del porcentaje de cobertura visual, en los mismos puntos utilizados para la medición.
- Año 2: Materia seca acumulada al momento de la siembra del maíz (kg ha¹)
- Temperatura del suelo durante el mes previo a la siembra. Se utilizaron termómetros de suelo de termocuplas de lectura automática, uno por unidad experimental. Se determinó la temperatura a la profundidad de siembra de 5cm y durante el ciclo del cultivo como se detalla a continuación.

c. Durante el ciclo del maíz

- Hasta un mes desde la siembra del maíz. Se utilizaron termómetros de suelo de lectura automática, uno por unidad experimental como se señaló en el párrafo anterior.

- Medición de la temperatura de la hoja opuesta a la mazorca (con termómetro infrarrojo) de 10 plantas contiguas, a la antesis. Se realizaron tres repeticiones por unidad experimental. Esta determinación se realizó con día despejado a la hora de máxima temperatura. Al mismo momento se tomó la temperatura del aire. La diferencia entre la Temperatura de las hojas y la del aire es una medida indirecta del status hídrico de las plantas.

- Conteo de plantas de maíz en 2m lineales, conteo de número de hojas por planta y medición de altura de la planta al primer y segundo mes de sembrado. Se realizaron tres repeticiones por unidad experimental.

- Se realizó un seguimiento de contenido de agua gravimétrica durante el desarrollo del cultivo (zafra 2006/2007). En el experimento CRS, el muestreo siempre se hizo de a 20cm hasta los 60cm de profundidad y en Sandro y Ceretta solo se muestreó la profundidad de 0 a 20cm. No se realizaron determinaciones en el experimento de INIA. En los tres primeros experimentos, se muestreó el contenido de agua gravimétrica el 12 de diciembre de 2006, repitiéndose la determinación en el CRS el 27 de diciembre de 2006. Se pretendió también muestrear el 19 de enero de 2007, bajo condiciones secas de suelo, pudiéndose realizar únicamente en Sandro, dada la dureza del suelo encontrada en los demás experimentos. En la zafra 2006-2007 se realizaron determinaciones del contenido de agua gravimétrico en el suelo pos siembra. En los experimentos Ceretta y Sandro a las profundidades de 0 a 20cm y en el caso del CRS hasta los 60cm de profundidad, en incrementos de 20cm.

-En la zafra 2006-2007 se realizó una estimación de producción (MS) de malezas en la segunda quincena de enero. Para esto, se cortaron 10 cuadros de 0.1 m² por cada unidad experimental.

d. A la cosecha del maíz para silo

-Conteo de plantas de maíz y de choclos por planta en un largo de 2 m lineales. Las plantas se pesaron enteras (choclo, tallos y hojas) y luego se pesaron solo los choclos. Se realizaron tres repeticiones por unidad experimental. Luego se tomaron tres plantas por unidad experimental, que fueron secadas en estufa para determinar el peso seco.

- Peso seco de la planta entera y lo que correspondía a la parte vegetativa y al choclo. En el año 2007 se separó la chala, el marlo y los granos para cuantificar su aporte al total.

5. Análisis estadístico

Se realizó un análisis conjunto de todos los experimentos y dentro de cada experimento. Las medias fueron comparadas a través de la Diferencia Mínima Significativa y a través de Contrastes Ortogonales. Los mismos fueron, Barbecho de Pradera vs barbechos de Avena; Barbecho Largo de Avena vs Barbecho Cortos de Avena y Barbecho Corto de Avena vs Barbecho corto de avena con mayor acumulación de Restos.

E. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Características de los barbechos químicos

a. *Tiempo de Barbecho y Materia seca acumulada a la aplicación de glifosato.*

En los Cuadros 2 y 3 se presentan los tiempos de barbecho y la cantidad de MS acumulada al momento de la aplicación del glifosato de cada tratamiento y experimento.

Cuadro 2. Tiempos de barbecho de cada tratamiento y experimento – Año 2

Experimento	Tiempo de barbecho (días)		
	BP	BLAv	BCAv
CERETTA		45	31
CRS	177	58	31
SANDRO		45	23
INIA	180	64	35

En general se pretendió acumular una cantidad de materia seca similar a lo que se dejaría para un pastoreo.

Cuadro 3.- Materia seca acumulada al comienzo del barbecho químico en el primer año (no se dispuso información para el experimento INIA)

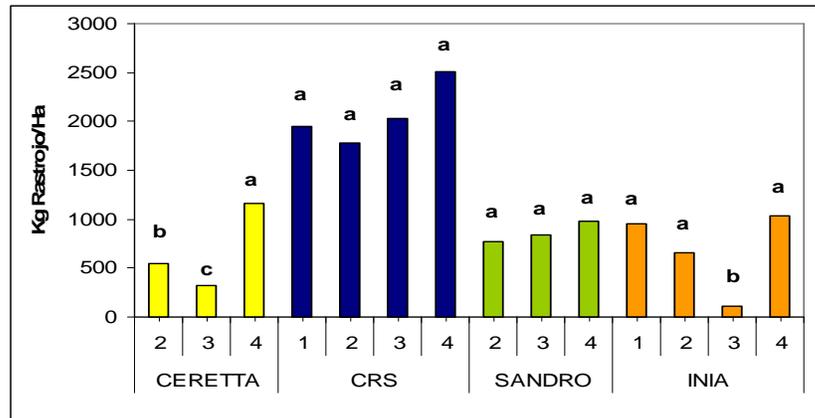
Experimento	Restos al comenzar barbecho kg MS ha ⁻¹			
	BP	BLAv	BCAv	BCAv+R
CRS	2279	980	1028	
CERETTA	2380	458	651	
SANDRO	1070	1325	895	2740
Promedio	1910	921	858	2740

El Cuadro 3, muestra que el tratamiento BCAv+R, fue el que tuvo mayor cantidad de materia seca al momento de comenzar el barbecho químico (aplicación de herbicida), siendo algo más del doble de lo dejado en el tratamiento de barbecho largo de avena del mismo experimento. En BP el sitio Sandro presentó una menor cobertura que el resto, en tanto que en BLAv y BCAv se destaca la menor cobertura de Ceretta.

b. Cantidad de restos secos y cobertura del suelo a la siembra del maíz

La cantidad de restos secos sobre la superficie del suelo al momento de la siembra fue similar en la mayoría de los casos, pero no tuvo la misma eficacia en cubrir

el suelo en el segundo año (Figura 2). Dentro de cada experimento, solo Ceretta e INIA mostraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento 3 (BCAv) el de menor cantidad de restos a la siembra del maíz ($P < 0.05$). Si bien no fue significativo en todos los experimentos, el barbecho corto de avena más restos (Tratamiento 4), tuvo la mayor cantidad de restos secos sobre el suelo.



Nota: 1: Barbecho de pradera (BP); 2: Barbecho largo de avena (BLAv); 3: Barbecho corto de avena (BCAv); 4: Barbecho corto con más restos (BCAv+R). Letras diferentes dentro de experimento significan diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

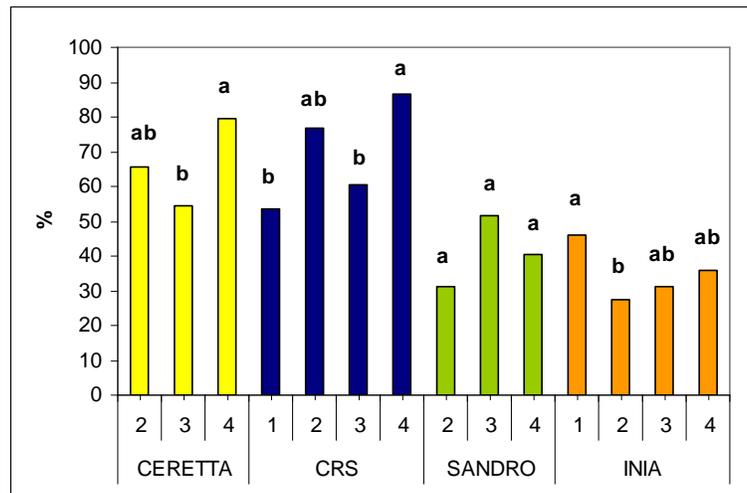
Figura 2.- Cantidad de restos secos sobre el suelo al momento de la siembra del maíz – Año 2

En las Figuras 3 y 4 se presenta la cobertura del suelo a la siembra del maíz para el año 2 y el año 1 respectivamente. La cobertura lograda por las praderas, fue muy variable dependiendo del tipo y condición de la pastura, en cambio los tratamientos que incluían avena tuvieron un comportamiento más similar. Por otro lado, son pocos los tratamientos que lograron una cobertura de suelo del 70%, nivel necesario para que se considere como un sistema de siembra directa, pero al menos, todos superaron el 30%, nivel necesario para que se considere un sistema conservacionista en ambos años.

En el año 2 (Figura 3), el porcentaje de cobertura promedio dejada por los restos secos, fue 53% siendo los valores más bajos 30% y los más altos 85%. La cobertura dejada por restos verdes fue de poca importancia, siendo en promedio 4%. Los experimentos Ceretta y CRS (sin diferencias significativas entre ellos), tuvieron mayores coberturas del suelo que los experimentos Sandro e INIA ($p < 0.05$), que no se

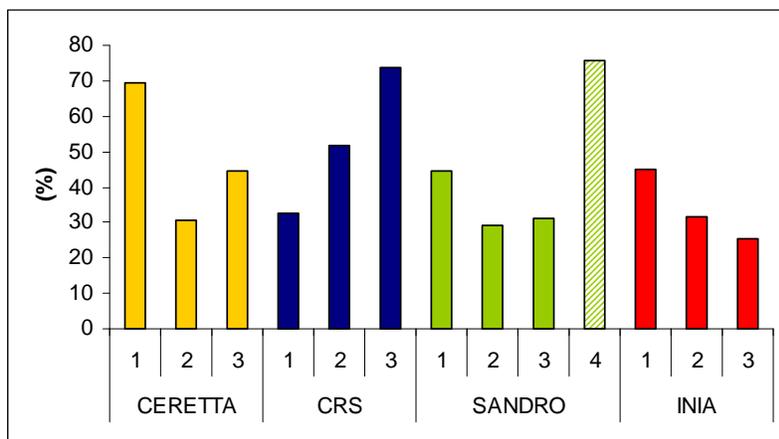
diferenciaron entre ellos. Llama la atención, el alto porcentaje de cobertura en el experimento Ceretta, siendo la cantidad de MS ha⁻¹ de magnitud similar a la de los experimentos Sandro e INIA y sensiblemente menor a la de CRS. Esto puede deberse a distintos estados de desarrollo y composición de especies de malezas del verdeo.

En el análisis conjunto entre experimentos, en el año 2, la única diferencia significativa encontrada en cobertura del suelo fue entre barbechos cortos, siendo el BC_{Av} +R, el de mayor acumulación de forraje y el que logró mayor cobertura del suelo ($p < 0.06$). Esto condice con las cantidades de restos secos encontrados en superficie. Del análisis conjunto de experimentos se desprende también, que los barbechos largos de avena tuvieron menor cantidad de restos secos sobre el suelo que los barbechos cortos de avena ($p < 0.08$) (Figura 3) y dentro de estos, aquel con menos acumulación de forraje tuvo menos cantidad de restos que el de mayor acumulación ($BC < BC+R$; $p < 0.01$). Estos resultados son coincidentes con los menores tiempos de acumulación de forraje y/o mayores tiempos de descomposición del mismo. Por otro lado, no se encontraron diferencias entre el barbecho de pradera y los barbechos de avena.



Nota: 1: Barbecho de pradera (BP); 2: Barbecho largo de avena (BLAv); 3: Barbecho corto de avena (BCAv); 4: Barbecho corto con más restos (BCAv+R). Letras diferentes dentro de experimento significan diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

Figura 3.- Porcentaje de cobertura por restos secos en cada tratamiento de barbecho al momento de la siembra del maíz. Año 2.



Nota: 1: Barbecho de pradera (BP); 2: Barbecho largo de avena (BLAv); 3: Barbecho corto de avena (BCAv); 4: Barbecho corto con más restos (BCAv+R). Letras diferentes dentro de experimento significan diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

Figura 4.- Porcentaje de cobertura por restos secos en cada tratamiento de barbecho al momento de la siembra del maíz. Año 1.

Existió gran variabilidad en la cobertura que una misma cantidad de materia seca realizó sobre el suelo (Figura 5). Como fue mencionado, seguramente esto se deba a que la estructura, estado de desarrollo y/o composición del tapiz, fueron diferentes en cada experimento. Sin embargo, dentro de cada experimento (mismo tapiz), la relación entre cantidad de materia seca y cobertura fue positiva y menos variable. El único experimento que no presentó relación entre estas dos variables fue Sandro, probablemente como consecuencia del enmalezamiento presente en el verdeo.

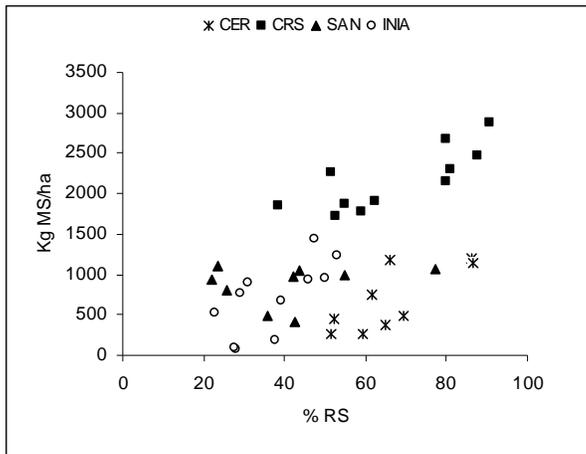


Figura 5.- Cantidad de restos secos sobre el suelo (kg MS/ha) y cobertura (%RS) en cada experimento a la siembra del maíz. Año 2

La misma tendencia se observó en el primer año.

c. Temperatura del suelo a la siembra del maíz

La temperatura a la siembra para los dos años del experimento superó los 12 °C, temperatura crítica para el maíz, no existiendo diferencias entre sitios y tratamientos.

d. *Contenido de agua en el suelo a la siembra del maíz*

En ambos años, el contenido de agua del suelo al momento de la siembra estuvo muy influenciado por el régimen pluviométrico previo. En el primer año, no se encontraron diferencias en contenido de agua volumétrica en los primeros 15cm de suelo para los diferentes tratamientos de barbechos, estando todos con contenidos de agua cercanos a capacidad de campo (entre 35 y 40%). En el segundo año, si bien los suelos estuvieron con altos niveles de agua en el suelo al momento de la siembra, en forma similar a lo ocurrido en el año 2005, se encontraron en general, diferencias significativas entre experimentos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Contenido de agua gravimétrico a la siembra de los experimentos en el año 2.

Profundidad. (cm)	Experimentos			
	Ceretta	CRS	Sandro	INIA
0 -10	26.1 b	32.5 a	26.7 b	25.1 b
10 -20	27.3 b	30.6 a	24.5 c	28.1 ab
20 - 30	31.4 a	32.7 a	31.5 a	30.4 b
30 - 40	33.0 a	32.5 ab	31.0 bc	30.4 c

Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias entre experimentos (P<0.05).

En el análisis conjunto de todos los sitios, Año 2, no se encontraron diferencias significativas en contenido de agua gravimétrico (0 a 40cm), entre tratamientos de barbecho de avena (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Contenido de agua gravimétrico a la siembra del maíz, para los distintos tratamientos de barbecho en el análisis conjunto de todos los sitios-Año 2

Profundidad (cm)	Tratamientos			
	BP [†]	BL	BC	BC+R
0 - 10	29.3	27.7 a	27.2 a	27.8 a
10 - 20	29.8	28.5 a	26.1 a	28.3 a
20 - 30	33.9	31.2 a	31.3 a	32.0 a
30 - 40	33.3	31.6 a	31.4 a	32.1 a

[†]El promedio de % HP para BP únicamente comprende los ensayos de CRS e INIA.

Letras distintas en una fila, indican diferencias entre tratamientos (P<0.05).

El barbecho de pradera (análisis conjunto de CRS e INIA) tampoco generó diferencias significativas en contenido de agua hasta los 20cm de profundidad, con respecto a los de avena (Figura 6). Sin embargo, tuvo mayor recarga de 20 a 40cm (p< 0.05), probablemente debido al mayor tiempo de barbecho, que permitió una recarga más profunda.

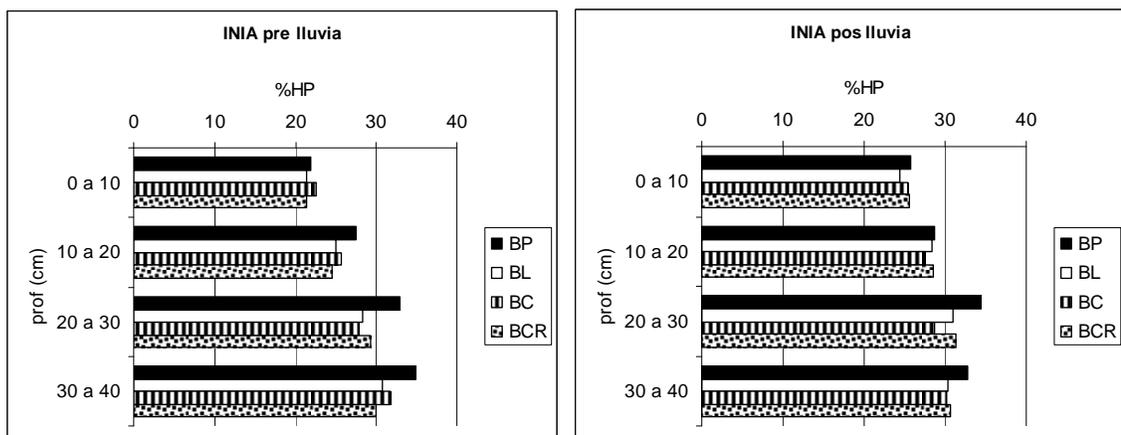


Figura 6.- Contenido de agua gravimétrica en los diferentes tratamientos de barbecho del experimento de INIA, antes y después de una lluvia. Año 2

Esto coincide con lo reportado con Ernst *et al.*, (2009), donde para suelos promedio de más de 80mm de capacidad de agua disponible se lograron recargas de los horizontes superficiales con 20 días de barbecho y recarga de todo el perfil con períodos de 40 días.

Estos resultados tienen consecuencias prácticas en cuanto al manejo de los barbechos previo a las siembras de cultivos de verano. Si se esperan bajas precipitaciones a la salida del verdeo y hasta la siembra del maíz, conviene adelantar un mes el cierre al pastoreo, manteniendo los tiempos de acumulación de forraje y dando aproximadamente 2 meses de barbecho efectivo, para permitir mayor tiempo de acumulación de agua. Según datos de Condón *et. al.*, citados por Ernst (1998), se obtuvo 0.8% más de agua gravimétrica por tonelada de rastrojo sobre el suelo al momento de la siembra.

Por lo tanto, un barbecho corto de avena, donde el herbicida se aplica muy cerca de la siembra, podría conducir a falta de humedad en el suelo para la emergencia del cultivo, en años donde las condiciones climáticas no fueran favorables. Bajo estas condiciones, podría pensarse que se lograría una mejor reserva de agua en barbechos largos de avena (2 meses de barbecho) que brindan una ventana de tiempo mayor para la captación de precipitaciones.

e. Contenido de nitrato en el suelo a la siembra del cultivo de maíz

En ambos años, los niveles de nitrato a la siembra fueron mayores a medida que aumentó el tiempo de barbecho, sin embargo, no se detectaron diferencias en todos los sitios (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 6.- Contenido de nitrato en el suelo (0-15cm) a la siembra de maíz- Año 1

Tratamiento	CERETTA	CRS	SANDRO	INIA	Prom. por tratamiento
	N-NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)				
BP	10.7 a	20.9 a	16.4 a	24.1 a	18.1 A
BLAv	9.80 a	9.80 b	15.7 b	28.3 a	15.9 AB
BCAv	7.70 a	5.50 b	15.7 b	27.3 a	14.0 B
BCAv+R			14.5 b		14.5
Prom. por expto.	9.4 C	12.0 BC	15.7B	26.6 A	

Letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos en cada experimento (P<0,05). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre experimentos y/o tratamientos (P<0,05)

En la comparación entre sitios resulta claro el mayor contenido de N disponible en el experimento INIA, el cual presentó niveles por encima de los niveles críticos citados para maíz (15 a 20mg kg⁻¹) en todos los tratamientos. El sitio en el cual los tratamientos tuvieron una mayor influencia sobre la disponibilidad de N fue CRS, con un rango de altamente deficiente (BCAv) a suficiente (BP), explicado por el mayor consumo por el verdeo y probablemente la mayor liberación por los restos de pradera, dada su menor relación C/N.

Cuadro 7.- Contenido de nitrato en el suelo (0-15cm) a la siembra de maíz- Año 2

Tratamiento	CERETTA	CRS	SANDRO	INIA	Prom. por tratamiento
	N-NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)				
BP		21.2 a		18.6 a	19.9
BLAv	16.2 a [†]	18.3 a	19.9 a	15.1 a	17.4 A
BCAv	12.7 a	10.4 b	13.7 b	17.8 a	13.7 B
BCAv+R	8.7 a	10.2 b	13.8 b	13.7 a	11.6 B
Prom. por expto.	12.5 B	13.0 B	15.8 A	15.5 A	

Letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos en cada experimento (P<0,05). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre experimentos y/o tratamientos (P<0,05)

f. *Contenido de agua en el suelo durante el desarrollo del cultivo*

En el experimento de CRS, Año 2, a los 54 días pos siembra el maíz se encontraba con menos de 10 hojas expandidas. En ese momento, el contenido de agua gravimétrica del suelo había bajado promedialmente, con respecto al momento de la siembra, en un 35% y 18% de 0 a 20 y de 20 a 40cm respectivamente. Desde la siembra habían transcurrido 27 días sin precipitaciones de alguna significancia (la más importante había ocurrido el 16 de noviembre de 2006, con 19.7mm).

Como se observa en la Figura 7, en el experimento CRS a los 54 días pos siembra, las diferencias significativas en el contenido de agua se dieron en los primeros 40cm de suelo, siendo el barbecho corto con más restos el que mantuvo un mayor contenido de agua gravimétrico en el suelo. Esto se debió a que el BC+R pudo haber tenido una menor evaporación de agua del suelo por mayor acumulación de restos en superficie, ya que no se encontraron en este tratamiento menores poblaciones de plantas o crecimiento de las mismas, que indicaran un menor uso de agua del suelo.

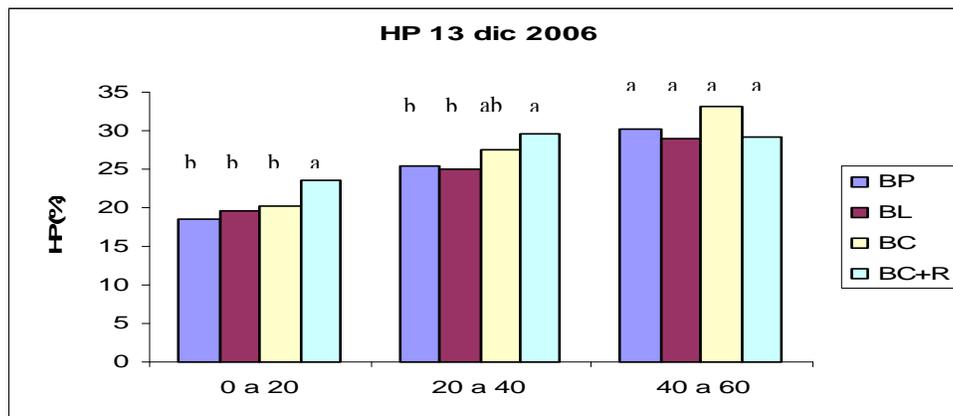


Figura 7. Contenido de agua gravimétrico hasta los 60 cm de profundidad - 13 de diciembre 2006 – Año 2, para los distintos tratamientos del experimento CRS.

La Figura 8 presenta el contenido de agua gravimétrico de los primeros 20 cm de suelo para los tres experimentos muestreados el 12 y 13 de diciembre – Año 2. A

diferencia del CRS, los experimentos Ceretta y Sandro no mostraron diferencias significativas entre tratamientos

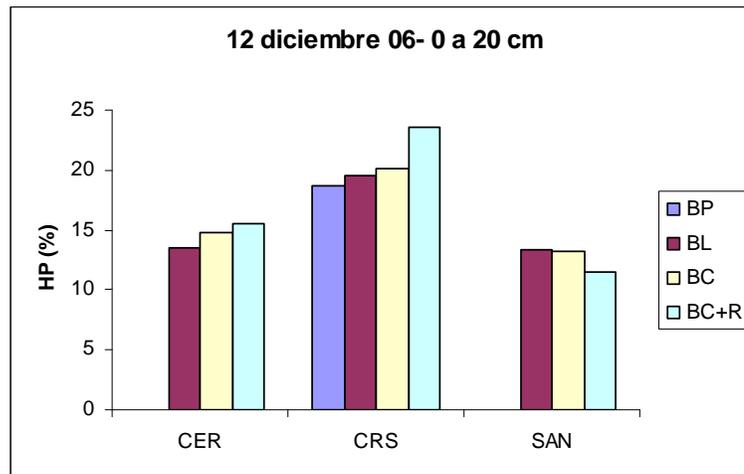


Figura 8.- Contenido de agua gravimétrico de los primeros 20cm de profundidad - 12 de diciembre 2006, Año 2, para los distintos tratamientos y experimentos.

Según datos de la estación meteorológica del CRS, en el año 2, luego del 13 de diciembre se dieron precipitaciones importantes. El 18 y 26 de diciembre de 65.1mm, y 13.7mm respectivamente. Esto llevó a que en el muestreo del 27 de diciembre el suelo del experimento del CRS se hubiera recargado (Figura 9). Los primeros 20 cm tenían solamente 14% menos de agua que al momento de la siembra, mientras que los segundos 20cm, 8 % menos. En enero ya no se dieron precipitaciones de importancia.

En el muestreo realizado el 27 de diciembre de 2006 en los primeros 20cm de suelo, el barbecho corto de avena, con mayor acumulación de restos sigue manteniendo ventajas en contenido de agua con respecto a los demás barbechos de avena.

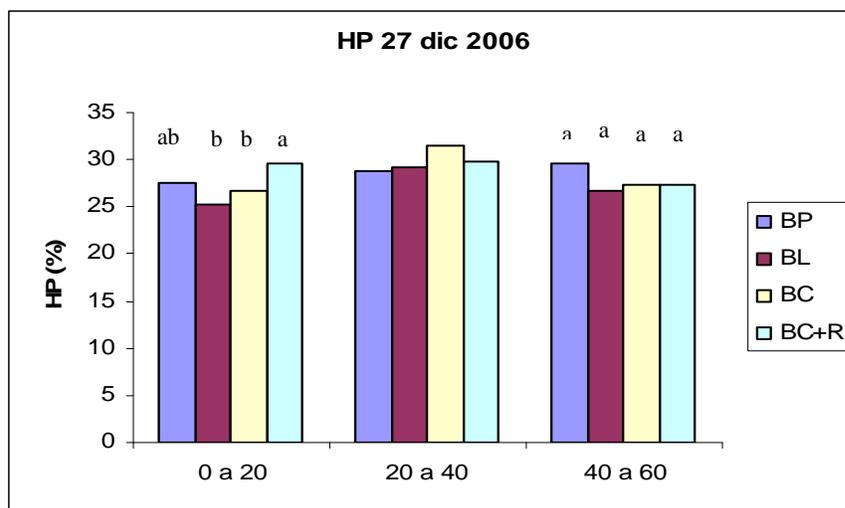


Figura 9.- Contenido de agua gravimétrico hasta los 60cm de profundidad del 27 de diciembre 2006, Año 2, para los distintos tratamientos de CRS.

Los registros de lluvia de la estación Experimental INIA Las Brujas, indican lluvias de 64 y 31mm los días 17 de diciembre 2006 y 3 de enero 2007 respectivamente

El contenido de agua en el suelo en Sandro, el 19 de enero de 2007, encontrados en los primeros 20cm fueron 51% menos que al momento de la siembra, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

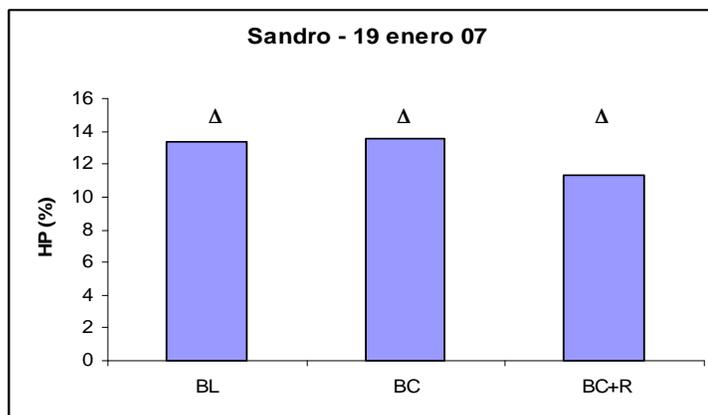


Figura 10. Contenido de agua gravimétrico en los primeros 20 cm de suelo del muestreo de 19 de enero de 2007, Año 2, para los distintos tratamientos de Sandro.

En los dos años de evaluación, la lluvia aseguró un adecuado contenido de agua en el suelo, lo que determinó, como se mencionó anteriormente, que no se manifestaran diferencias en el contenido de agua del suelo asociadas al largo de barbecho a la siembra y menos aún a las fechas posteriores de estos muestreos

g. Stress hídrico del maíz, medido a través de la temperatura foliar

No se encontraron diferencias significativas en la temperatura foliar debidas a los tratamientos en ningún sitio. (Cuadro 8)

Cuadro 8. Diferencia entre temp atmosférica y temperatura foliar para cada tratamiento y experimento. Año 2

Tratamiento	CERETTA	CRS	SANDRO
	Temp atm - Temp foliar (°C)		
Fecha de medición	01/06/2007	01/02/2007	22/01/2007
BP		-1.72 b	
BLAv	1.82 a	0.74 a	3.22 a
BCAv	2.02 a	1.37 a	3.53 a
BCAv+R	2.09 a	0.53 a	3.76 a

*En los promedios no se tiene en cuenta los resultados de BP por no integrar en el análisis general

Letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos en cada experimento (P<0.05). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre experimentos y/o tratamientos (P<0.05).

h. Enmalezamiento durante el desarrollo del cultivo de maíz

Aproximadamente 10 días previos a la cosecha, en el año 2, se realizó la estimación de producción de MS de malezas. Del análisis general entre tratamientos surge que, el tratamiento BCAv+R tuvo menor enmalezamiento que el BCAv (571 vs. 976 kg MS ha⁻¹ malezas; P<0.01). Este resultado puede estar asociado a una mayor cantidad de restos secos sobre la superficie del suelo al momento de la siembra (aunque no siempre fue

significativa), lo que favoreció el sombreado del suelo y por tanto pudo haber disminuido la germinación de semillas de malezas.

2. Cultivo de maíz para silo

a. Población

No se encontraron diferencias significativas en población entre tratamientos en el primer y segundo año, aunque el porcentaje de implantación varió significativamente (DMS, $P < 0,05$) entre sitios. En el primer año, el % de implantación fue 93 y 90% (plantas nacidas/semillas sembradas) en el CRS y en Sandro (sin diferencias significativas entre ellos) y de 68 y 64% para INIA y Ceretta (sin diferencias significativas entre ellos). En el segundo año, también existieron diferencias significativas debidas al sitio (Cuadro 9)

Cuadro 9 - Numero de plantas de maíz ha^{-1} un mes después de la siembra, por tratamiento y experimento- Año 2

Tratamiento	plantas ha^{-1}				Prom. por tratamiento
	CERETTA	CRS	SANDRO	INIA	
BP		69444 a		58333 a	63889
BLAv	70238 a	66270 a	72619 a	58333 a	66865 A
BCAv	71587 a	69841 a	63492 a	59375 a	66074 A
BCAv+R	71825 a	69048 a	67857 a	57292 a	66505 A
Prom. por expto.	71217 A	68386*AB	67989 B	58333*C	66111

* En los promedios no se tiene en cuenta los resultados de BP por no integrar en el análisis general

Letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos en cada experimento ($P < 0,05$). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre experimentos y/o tratamientos ($P < 0,05$)

b. Desarrollo del cultivo

En ambos años, no se encontraron diferencias significativas entre tratamiento en el desarrollo del cultivo, medido a través del numero de hojas por planta, y altura de planta medidas 1 y 2 meses luego de la siembra (datos no presentados)

En el Cuadro 10 se presenta la información de este parámetro correspondiente al año 2.

Cuadro 10. Número de hojas por planta de maíz un mes después de la siembra, por tratamiento y experimento- Año 2.

Tratamiento	hojas planta ⁻¹				Prom. por tratamiento
	CERETTA	CRS	SANDRO	INIA	
BP		5.3 b		5.7 a	5.5
BLAv	6.1 a	5.1 b	6.1 a	5.3 ab	5.7 A
BCAv	4.8 a	6.2 a	6.2 a	5.2 ab	5.6 A
BCAv+R	5.0 a	6.0 a	6.1 a	4.8 b	5.5 A
Prom. por expto.	5.3 C	5.8* B	6.2 A	5.1* C	5.6

* En los promedios no se tiene en cuenta los resultados de BP por no integrar en el análisis general. Dentro de cada experimento, las letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre experimentos y/o tratamientos ($P < 0,05$).

La misma tendencia se observó en las determinaciones realizadas a los dos meses del cultivo (datos no presentados).

c. *Altura de planta*

En el primer año, no se encontraron diferencias significativas en la altura de planta debidas a los tratamientos de barbecho. En el segundo año (Cuadro 11), el BP tuvo plantas de mayor altura que los barbechos de avena ($P < 0,03$). No hubo diferencias en altura de las plantas del BLAv con respecto a las de los barbechos cortos de avena, pero el BC+R tuvo plantas de mayor tamaño que BCAv.

Cuadro 11. Altura de las plantas de maíz un mes después de la siembra, por tratamiento y experimento- Año 2.

Tratamiento	CERETTA	CRS	SANDRO	INIA [†]	Prom. por tratamiento
	Altura (cm)				
BP		34.0 a		55.2 a	44.6
BLAv	29.2 ab	31.9 a	34.0 a	46.1 b	35.3 AB
BCAv	26.2 b	30.6 a	26.1 b	49.4 ab	33.1 B
BCAv+R	32.5 a	33.1 a	31.1 ab	52.2 ab	37.2 A
Prom. por expto.	29.3 C	31.8* B	30.4 C	49.3* A	36.5

[†]La metodología de medición de altura tuvo pequeñas variaciones con respecto a los demás experimentos

*En los promedios no se tiene en cuenta los resultados de BP por no integrar en el análisis general

Letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos en cada experimento (P<0,05). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre experimentos y/o tratamientos (P<0,05)

Esta tendencia se mantuvo en las determinaciones realizadas a los 2 meses del cultivo (datos no presentados).

d. Rendimiento de maíz para silo

Se encontraron diferencias muy significativas en la producción de maíz entre experimentos en el Año 1 (Cuadro 12). El rendimiento del maíz sobre el barbecho de pradera fue significativamente menor al obtenido sobre barbecho de avena, no detectándose diferencias entre estos últimos (P<0,01). Esto se explica debido a que existió una muy baja producción de maíz sobre BP en Sandro y Ceretta, explicada fundamentalmente por el alto enmalezamiento con gramilla (*Cynodon dactylon*).

Cuadro 12. Rendimiento de maíz para silo por tratamiento y experimento- Año 1

Tratamiento	CERETTA	CRS	SANDRO	INIA [†]	Prom. por tratamiento
	Altura (cm)				
BP	4561 c	17078 a	9307 b	17840 a	11619 B
BLAv	9187 b	17197 a	13258 a	17884 a	14382 A
BCAv	10895 a	16276 a	12594 a	16138 a	13976 A
BCAv+R			11666 ab		11666
Prom. por expto.	8215 C‡	16850 A	11227 B	17287 A	12674

Letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos en cada experimento ($P < 0,05$). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre experimentos y/o tratamientos ($P < 0,05$)

En el sitio Sandro, en el año 1 se comparó el rendimiento de maíz en zonas con gramilla y zonas sin gramilla y se observó que la presencia de gramilla redujo el rendimiento un 53% con respecto a la situación sin gramilla (Cuadro 13).

Cuadro 13. Rendimiento de maíz para silo para el barbecho de pradera del Experimento Sandro, en situaciones con y sin gramilla.

	Rendimiento de maíz (kg ha ⁻¹)
Con gramilla	5986 b
Sin Gramilla	12628 a

En cuanto a los diferentes barbechos de avena, únicamente en Ceretta se encontraron diferencias a favor del barbecho corto ($P < 0,04$), obteniéndose los menores rendimientos con un promedio de 8215 kg MS ha⁻¹, y los mayores en CRS con 16850 kg MS ha⁻¹.

Mientras en el promedio de los otros experimentos, el realizar el cultivo de maíz sobre pradera o avena no generó diferencias en rendimiento, en Ceretta fue mucho más favorable realizarlo sobre barbecho de avena, lo que explicó la interacción significativa ($p < 0,01$) encontrada entre el barbecho y el sitio. Probablemente este efecto se debe al mayor enmalezamiento encontrado en BP en este experimento.

En el segundo año, el rendimiento promedio de Maíz, expresado en MS fue de 14114 kg ha⁻¹, 1440 kg ha⁻¹ de MS más que en el primer año de evaluación (período 2005-2006). Este último año los rendimientos entre experimentos fueron menos variables que los encontrados en el primer año, con un desvío estándar entre experimentos de 819 kg ha⁻¹ contra 4420 kg ha⁻¹ para el primer año de evaluación. Lo

mismo se observó para los tratamientos, donde en el segundo año la desviación estándar fue de 402 kg ha⁻¹, mientras en el período anterior fue 1474 kg ha⁻¹.

En el segundo año de evaluación no se encontraron diferencias significativas de MS de maíz entre los distintos tratamientos (Cuadro 14).

Cuadro 14 . Rendimiento de maíz para silo por tratamiento y experimento- Año 2

Tratamiento	CERETTA	CRS	SANDRO	INIA	Prom. por tratamiento
	Rendimiento (kg MS ha ⁻¹)				
BP		18595 a		10265 c	14430
BLAv	16417 a	13129 a	12821 a	12076 bc	13611 A
BCAv	12716 a	13501 a	13521 a	18043 a	14445 A
BCAv+R	15084 a	13220 a	13605 a	13972 b	13970 A
Prom. por expto.	14739 A	13284* B	13316 B	14697* A	14009

*En los promedios no se tiene en cuenta los resultados de BP por no integrar en el análisis general

Letras minúsculas distintas indican diferencias entre tratamientos en cada experimento (P<0.05). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre experimentos y/o tratamientos (P<0.05)

Dentro de cada experimento, solamente se encontraron diferencias entre tratamientos en INIA. En este caso, el rendimiento del maíz para silo fue mayor cuando se realizó sobre los barbechos de avena (P<0.01). Dentro de estos, el maíz sobre el barbechos corto de avena rindió más que sobre el barbecho largo (P<0.01) y el maíz de BCAv rindió más que el sembrado sobre el barbecho BCAv+R (P<0.02).

Como se mencionó, en el segundo año se realizó la separación entre componentes de la planta de maíz. El rendimiento del cultivo de maíz se separó en lo aportado por la espiga y lo aportado por las estructuras vegetativas, siendo en promedio los respectivos aportes de 5000 y 7500 kg ha⁻¹, lo que resultó en un índice de cosecha promedio de 41%. Al igual que en el primer año de evaluación, en el segundo no se encontraron diferencias significativas de rendimiento de maíz entre los distintos tratamientos de barbechos de avena. En el análisis conjunto de los experimentos que incluyeron el barbecho de pradera (CRS e INIA), el mismo no se diferenció en rendimiento con los barbechos de avena.

Los resultados de este estudio indican que las condiciones de enmalezamiento tuvieron gran impacto sobre el rendimiento del maíz y allí se dieron dos situaciones diferentes. Una cuando las praderas sobre las que comienza la fase de cultivo estaban aún con buena productividad, especialmente con buena población de leguminosas y baja presencia de gramilla; situación predominante en los experimentos de las Estaciones Experimentales (CRS e INIA). En este caso el efecto de las praderas fue positivo en la producción de maíz. Lo contrario se observó en los predios de los productores en los que se realizaron los experimentos de este trabajo, los cuales presentaban altos niveles de enmalezamiento, posiblemente asociado a una mayor degradación de los suelos, lo que se reflejó en bajos rendimientos de maíz. Debe destacarse que las diferencias en capacidad de aporte de nitrógeno de los barbechos de praderas respecto a los de verdeos, no tuvieron probablemente relevancia, debido a la aplicación de fertilizante nitrogenado al cultivo de maíz.

Del punto de vista de aplicación práctica y teniendo en cuenta los resultados de los 2 años de evaluación de este trabajo, un manejo recomendable podría ser el de pastorear los verdeos hasta mediados de agosto, dejar acumular forraje hasta mediados de setiembre, aplicar herbicida para comenzar el barbecho químico de un mes y sembrar a mediados de octubre (tratamiento de barbecho corto de avena).

F. CONCLUSIONES

La hipótesis de la ventaja del barbecho de larga duración saliendo de praderas, para mejorar el resultado del primer maíz no fue confirmada en los resultados de este trabajo como un manejo seguro y generalizable. En cambio, los tratamientos con avena, en los dos años de evaluación, presentaron iguales o mayores rendimientos de materia seca ensilable de maíz, sin diferencias entre la duración de los mismos (B. Corto:1 mes o B. Largo:2 meses). Esto permite la utilización forrajera durante el invierno y no tener el suelo improductivo por tanto tiempo, manejo que se adecua más a los sistemas lecheros. Por lo tanto es recomendable realizar la siembra de un verdeo de invierno, como cabeza

de rotación a la salida de la pradera, incluso pensando en sistemas agrícolas-ganaderos como alternativa del pasaje de la fase de pasturas a la fase agrícola.

No se encontraron diferencias significativas en el contenido de agua del suelo a la siembra como consecuencia de los diferentes tratamientos de barbecho, pues dicha variable estuvo determinada por el régimen de precipitaciones en las 2 zafras.

Las diferencias en el rendimiento de maíz para silo en los dos años de evaluación, estuvieron muy significativamente asociadas al sitio. Los maíces sobre praderas de baja productividad tuvieron en general mayores problemas de competencia por malezas. Pero estas situaciones, en general, coinciden con las de los suelos más degradados y de allí que se confundan efectos.

H. BIBLIOGRAFIA

Blake, G.R. y K.H. Hartge 1986. Bulk density. In Klute, A., et al. (Eds.) Methods of soil analysis, Part 1, Physical and Mineralogical methods, Second Ed., ASA-SSSA Agronomy Series 9, p: 363-376.

Ernst, O. 1, Siri-Prieto, G. 1, Bentancur, O. 2, Carballo, C. 3, Lazbal, E. 4, 2007 Siembra directa en sistemas lecheros: evolución y situación actual en el Uruguay. Agrociencia Vol XI N° 2 pág. 78 - 86

Ernst, O.; Bentacur, O.; Siri, G.; Franco, J.; Lazbal, E. 2001. Nivel de adopción y situación de la siembra directa en establecimientos de producción lechera. INIA Serie FPTA-INIA 06, p: 103 -133.

Ernst , O.; Mazzilli,S.; Siri,G. 2009. Manejo de la reserva de agua del suelo para situaciones de estrés hídrico. In: Primer Simposio nacional de Agricultura de Secano. EEMAC -Facultad de Agronomía –UDELAR- IPNI CONOSUR; Paysandú, p: 33- 47.

Ernst , O. 1996 Manejo de rastrojos de cultivos de invierno para la siembra de cultivos de segunda. Cangué V.14, p 25-27.

Ghaffarzadeh, M., F. García Préchac y R.M Cruse 1997. Tillage effect on soil water content and corn yield in a strip intercropping system, *Agron. J.* 89:893-899.

Jackson, R.D. 1982. Canopy temperature and crop water stress, *Adv. Irrig.* 1:43-85.

Klute, A. 1986. Water potential: Laboratory methods. *In* Klute, A., et al. (Eds.) *Methods of soil analysis, Part 1, Physical and Mineralogical methods, Second Ed., ASA-SSSA Agronomy Series 9*, p: 635-662.

Kuo, S. 1996. Phosphorus. *In* Sparks, D.L. et al. (Eds.) *Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods, SSSA Book Series 5*, p: 869-919.

Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen-inorganic forms. *In* Sparks, D.L. et al. (Eds.) *Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods, SSSA Book Series 5*, p: 1123-1184.

Nelson, D.W. y L.E. Sommers 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. *In* Sparks, D.L. et al. (Eds.) *Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods, SSSA Book Series 5*, p: 961-1010.

SOIL SURVEY STAFF, 2003. *Keys to Soil Taxonomy. Ninth Edition.* United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service.332pp.

Taboada, M. 2007. Cambios en el suelo, asociados al tránsito y pisoteo de la hacienda

http://www.produccionanimal.com.ar/suelos_ganaderos/51cambios_en_suelo.pdf

Ultima visita: 10 de marzo de 2012

Thomas, G. W. 1996. Soil pH and Soil acidity. *In* Sparks, D.L. et al. (Eds.) *Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods, SSSA Book Series 5*, p: 475-490.

Topp, G.C., J.L. Davis y A.P. Annan 1980. Electromagnetic determination of soil water content, *Water Resour.Res.*

IV. DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES GLOBALES

En los últimos años el sistema de siembra directa ha tenido gran difusión debido a sus ventajas operativas y, fundamentalmente, en lo que respecta al control de la erosión y a la conservación del agua. Con el manejo del rastrojo, se logran altas coberturas lo que reduce las pérdidas de agua por evaporación, aumenta la infiltración y disminuye la velocidad de los escurrimientos superficiales contribuyendo al control de la erosión.

Si bien ha existido una importante adopción de esta tecnología en los sistemas agrícolas, esta no ha tenido el mismo nivel de adopción en sistemas lecheros. Una de las razones es que el período de transición de laboreo convencional a siembra directa, aparece como limitante para su adopción, y se ha detectado fallas en la implantación de los cultivos de verano como maíz y sorgo al salir de la fase de pasturas. Los productores apuntan la necesidad de efectuar un laboreo en dicha etapa para preparar el suelo correctamente para la siembra del cultivo. Esto ha indicado la necesidad de generar alternativas tecnológicas que permitan levantar estas limitantes y extender la adopción de siembra directa a productores lecheros. Los antecedentes indican que el tiempo de barbecho químico previo a las siembras es una de las principales variables en determinar el éxito de la SD, pero en el caso de la lechería, la alta demanda de forraje a lo largo del año genera una dificultad en lograr barbecho largo luego de la fase de pastura.

Este trabajo logra generar una alternativa al barbecho largo que a su vez permite la utilización de pastura en invierno logrando rendimientos de maíz similares a los obtenidos sobre el barbecho largo de pradera.

La hipótesis de la ventaja del barbecho de larga duración saliendo de praderas, para mejorar el resultado del primer maíz no fue confirmada en los resultados de este trabajo como un manejo seguro y generalizable. En cambio, los tratamientos con avena, en los dos años de evaluación, presentaron iguales o mayores rendimientos de materia

seca ensilable de maíz, sin diferencias entre la duración de los mismos (B. Corto: 1 mes o B. Largo:2 meses). Esto permite la utilización forrajera durante el invierno y no tener el suelo improductivo por tanto tiempo, manejo que se adecua más a los sistemas lecheros. Por lo tanto es recomendable realizar la siembra de un verdeo de invierno, como cabeza de rotación a la salida de la pradera, incluso pensando en sistemas agrícolas-ganaderos como alternativa del pasaje de la fase de pasturas a la fase agrícola.

No se encontraron diferencias significativas en el contenido de agua en el suelo a la siembra como consecuencia de los diferentes tratamientos de barbecho, pues dicha variable estuvo determinada por el régimen de precipitaciones en las 2 zafras.

Las diferencias en el rendimiento de maíz para silo en los dos años de evaluación, estuvieron muy significativamente asociadas al sitio. Los maíces sobre praderas de baja productividad tuvieron en general mayores problemas de competencia por malezas. Pero estas situaciones, en general, coinciden con las de los suelos más degradados y de allí que se confundan efectos.

V. ANEXO

Normas para autores/as

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Los artículos, escritos de acuerdo a las Normas para los Autores, son enviados por el comité editor a dos revisores externos (peer review) para su evaluación. El material publicado se torna propiedad de esta revista y los autores son responsables por los conceptos o informaciones en sus artículos. Se autoriza la reproducción total o parcial del material que aparece en Agrociencia Uruguay, con la obligación de citar la fuente. La mención de marcas comerciales no representa recomendación preferente por parte de la Facultad de Agronomía ni de INIA Uruguay.

Remisión y categorías de los artículos

Los trabajos deben ser inéditos, y se enviarán como archivos MS-Word a los editores a: agrocien@fagro.edu.uy. El archivo se designará con el apellido y nombre del primer autor. Los trabajos pueden corresponder a las siguientes categorías: Artículo de investigación: presenta resultados de investigación original. Pueden ir bajo la forma de Comunicación breve. Revisión: corresponde al análisis y sistematización de resultados de investigaciones sobre un campo en el que el o los autores tienen comprobada trayectoria. Nota técnica: incluye los resultados de investigación desde una perspectiva interpretativa y crítica sobre un tema específico, a partir de fuentes originales. Algunos ejemplos pueden ser la descripción de alguna región, una problemática socioeconómica rural o la situación de rubros de producción agropecuaria. El artículo de investigación puede tener hasta 6.500 palabras en total, la comunicación breve y la nota técnica hasta 3.500 y la revisión hasta 8.500.

Presentación. Los trabajos se enviarán a doble espacio, con fuente Arial Narrow de 12 puntos. Las hojas se numerarán en el margen inferior derecho, y los renglones en el margen izquierdo.

Carátula. Figurará el título del trabajo, el apellido y nombre del autor/es (ej. Rodríguez Alvaro1,...), el lugar de trabajo (identificado con el superíndice), la dirección postal y el

correo electrónico del autor con el que se mantendrá la correspondencia. No deben figurar títulos académicos ni cargos laborales. Al pie de la carátula debe aparecer el título abreviado del artículo para el encabezamiento de las páginas.

Título y subtítulos. De no más de 15 palabras, el título del artículo va en minúscula y negrita, cuerpo 14, los subtítulos (Resumen, Introducción, etc.) en negrita con cuerpo de letra 12 y los títulos de tercer orden en cursiva sin negrita.

Resumen, Summary y palabras clave, key words. El resumen en español y el summary en inglés, de hasta 250 palabras, irán precedidos del título del trabajo en el idioma respectivo, y seguidos de las palabras clave o key words. Las palabras clave, hasta cinco, van en minúscula y separadas por comas. Las abreviaturas deben definirse cuanto se mencionan por primera vez.

Idiomas y unidades. Los idiomas de la revista son el español y el inglés. Se utiliza el Sistema Internacional de Unidades (SI) y sus abreviaturas, además de unidades derivadas de éste de uso frecuente en el área en cuestión. Entre la cifra y la abreviatura de la unidad va un espacio (Ej. 89 kg, 37° C).

Estructura del artículo. El texto del trabajo se organiza en: Introducción, Materiales y métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos, Bibliografía. Se podrán unificar Resultados y Discusión, e incorporar Conclusiones si se considera necesario. Las citas bibliográficas en el texto deberán contener: si es un autor (Autor, año); si son dos autores (Autor y autor, año); si son más de dos autores (Autor et al., año). Cuando se citan más de una obra en un mismo paréntesis se colocará (Autor, año; Autor, año). En el texto se debe sugerir el lugar de ubicación del cuadro o figura como: intercalar Cuadro o Figura X.

Cuadros y figuras. Los cuadros y figuras deben presentarse en formato MS-Excel®, en hojas independientes con numeración consecutiva (Cuadro 1, Cuadro n; Figura 1, Figura n), en Arial Narrow cuerpo 10 sin negritas y de no más de 17 cm de ancho. Figuras, tales como fotos y mapas, en blanco y negro, se presentarán en formato digital comprimido JPG (JPEG) o GIF con resolución mínima 600 dp y 10 cm de ancho. Los diagramas deben ir en tramas de negro, no en color. El encabezado del cuadro va sobre éste en la

misma hoja, y el texto correspondiente a los pie de figura irán en hoja aparte, sin salto de página entre cada uno. En el encabezado de cuadros y pie de figuras aparecerán las abreviaturas usadas, aunque ya hayan sido definidas en el texto.

Bibliografía. Las referencias bibliográficas van al final del artículo. Los autores se ordenan alfabéticamente, y cuando se cita más de una publicación del mismo autor se ordenan cronológicamente a partir de la más nueva. Los títulos de las revistas deben ir en extenso. A continuación se detalla la forma de citar distintas fuentes. Artículos de revistas: Apellido NN, Apellido NN. Año. Título del artículo. Título extendido de la revista, vol (n°): pp - pp. Ejemplo: Rouse MN, Wanyera R, Njau P, Jin Y. 2011. Sources of resistance to stem rust race Ug99 in spring wheat germplasm. *Plant disease*, 95(6): 762 – 766.

Capítulos de libros: Apellido NN, Apellido NN. Año. Título del capítulo. En: Apellido NN, Apellido NN. (Eds.). Título. Ciudad de publicación: editorial. (Serie; n°). Páginas. Ejemplo: Kendall SJ, Hollomon DW. 1998. Fungicide resistance. En: Hutson D, Miyamoto J. (Eds.). *Fungicidal activity: Chemical and biological approaches to plant protection*. Chichester : Wiley. (Wiley series in agrochemicals and plant protection). pp. 87 – 108.

Internet. Se debe agregar junto al título: [En línea], y al final de la referencia: Consultado día mes año. Disponible en: www. Ejemplo: Oregon State University. 2010. Potato variety identification table [En línea]. Consultado 3 setiembre 2010. Disponible en: [http:// oregonstate.edu/potatoes/Rating%20Key%20%20Public%2007.pdf](http://oregonstate.edu/potatoes/Rating%20Key%20%20Public%2007.pdf).

Corrección para la publicación. Las pruebas de imprenta se enviarán por vía electrónica a los autores para su corrección, y deberán ser devueltas dentro del plazo que se indique.