Labolitoral
Laboratorio Oriental del Litoral
Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

Validación del metodo indirecto de Plato de levante o Rising Plate Meter en Trigo y Cebada para la estimación de la biomasa y materia seca

Ing. Agr. Gastón Chá Badano - LABORATORIO ORIENTAL
Agosto 2020

Antecedentes

En Uruguay, el mejoramiento genético eleva constantemente el potencial de rendimiento de los cultivos, aumentando la demanda de N. En este contexto la fertilización nitrogenada pasa a ser una determinante significativa de la concreción del potencial de rendimiento en grano de los cereales (Sinclair y Horie, 1989; Salvagliotti et al., 2009).

En base a los resultados de la ganancia genética en trigo y cebada, se estima que la demanda de N desde el año 2000 a la fecha ha crecido a una tasa de 6 kg ha^{-1} $año^{-1}$ (E. Hoffman, et al. 2017).

Al mismo tiempo, el sistema de agricultura continua implementado en Uruguay ha provocado una reducción en la capacidad del suelo de aportar N (García et al., 2009; Siri y Ernst, 2009; Hoffman et al., 2013; Mazzilli et al., 2015), determinando un incremento en las cantidades de N que es necesario aplicar a los cultivos (Hoffman y Perdomo, 2011; Centurión y Chinazo, 2012; Hoffman et al., 2013; Cazaban y Rubio, 2014; Hoffman et al., 2014; Mazzilli, 2014).

Desde hace años desde la Estacion Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) (UDELAR-Fagro) se recomienda diferir el manejo de nitrógeno en tres momentos claves del cultivo, Siembra, Z2.2 y Z3.0 (Modelo de fertilización nitrogenada en cutlivos de invierno Perdomo et al. 1999b.,Hoffman et al., 2010 y Hoffman y Perdomo 2011)
Chá y Durán (2001), determinaron que despues de Z3.0, el consumo de nitrógeno puede alcanzar tasas de mas de 2 kg N/ha/día. Esté nivel de consumo sugiere que el diagnsotico posterior a Z3.0 puede ser clave para definir si el cultivo podra concretar el maximo portencial que el ambiente le permita o si tendra limitaciones por el nivel de nitrógeno disponible.
Por tal motivo, existen trabajos que recomiendan el uso del Indice Nutricional de Nitrógeno (INN). Este (INN) cuantifica el estado nutricional nitrogenado de un cultivo y representa el cociente entre el tenor de N total de la materia seca (MS) aérea y el contenido crítico para un crecimiento no limitado, éste último definido en la curva de dilución (Villar y Quaino, 2001).
A nivel nacional no se ha ajustado una curva de dosis de nitrogeno que considere el INN para trigo y cebada sin embrago se han instalado redes experimentales para generar esta información. El cálculo del INN requiere de la materia seca (Kg/ha) y el porcentaje (%) de nitrógeno en planta.

Labolitoral
Laboratorio Oriental del Litoral
Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

El dato de N (%) se determina en forma analitica en el LABORATORIO, pero para calcular la biomasa y los kilos de materia seca (KgMS/ha) es necesario el muestreo de campo. Existen diferentes métodos para estimar la MS; clasificados en dos grandes grupos, directos e indirectos.
Los primeros se basan en cortes y pesadas de la biomasa y los segundos son NO destructivos y se estiman mediante variables como la altura y densidad de forraje, entre otros.
El metodo tradicional implica cortar la parte area del cultivo a nivel de suelo, en una superficie conocida, luego pesarla y con esto obtener el dato de Peso Fresco (Kg/ha), que posteriormente se envía a Laboratorio para determinar la MS (%).

Operativamente este muestreo representa para los técnicos una inversión de tiempo muy valioso, haciendo muy dificil trasladarlo a grandes áreas de cultivo.

Por este motivo en Laboratorio Oriental nos enfocamos en resolver mediante la estimación indirecta de MS este punto clave de forma tal de hacer mas eficiente el muestreo liberando el tiempo de los técnicos sin resignar la calidad de la estimación.

Objetivo del trabajo.

En LABORATORIO ORIENTAL identificamos como gran limitante la medición de materia seca con metodo destrucctivo de corte a nivel de campo, por lo que decidimos validar un metodo indirecto NO destructivo en TRIGO y CEBADA.
Este es el plato de levante o Rising Plate Meter que integra la altura de forraje y la densidad de la pastura en una única medida, denominada “altura del forraje comprimido” (Michalk y Herbert, 1977).

Esto determina que la materia seca en campo se podra realizar de forma rápida y sencilla con datos confiables.
De esta forma nuestros clientes podrán recorrer el lote con el plato, tomando un mayor numero de puntos sin tener que cortar y embolsar, permitiendo en pocos minutos tener el dato de peso fresco in situ. Solo debera tomar una muestra para la determinacion del nitroegno N(%), y en caso de ser necesario, utilizar la misma muestra para determinar la MS (%) en Laboratorio.

Hipótesis

Éste metodo indirecto que ha sido validado ampliamente en forrajeras, podra estimar de la misma forma la materia fresca o seca en Kg/ha en cultivo de Trigo y/o Cebada en variedades actuales en Uruguay en el estado de Z3.2-3.3.
La confirmación de la hipótesis, viabilizaría el muestreo y por ende la utilización de INN para diagnosticar el estado nutricional del cultivo y por ende tomar acciones de fertilización.

Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

La validacion incluyó un muestreo de calibración en campo para TRIGO y CEBADA en el estado fenológico de Z3.2-3.3 y comparación con analisis de laboratorio.

Se utilizo el Plato marca JENQUIP de la compañía TERKO, con un area de placa de 0.1m2. El funcionamiento del plato en este caso es mecánico y solo requiere anotar el Nº inicial de RPM, realizar la lectura y registrar el numero final de RPM. La diferencia entre ambos representa una unidad de lectura que integra dos dimensiones, la altura del cultivo y la densidad.
Este equipo tambien trae incorporado un contador, en el cual el usuario podra registrar la cantidad de medidas que se realizaron para realizar el cálculo promedio de lecturas dentro de cada lote.

Figura 1: Plato marca JENQUIP de la compañía TERKO

Los datos fueron recolectados el día 11 agosto del 2020, en lotes de Trigo y Cebada ubicados en el departamento de Soriano, Paraje Agraciada y Buena Vista respectivamente. En el siguiente cuadro se muestra la información de los lotes en estudio.

Cuadro 1. Identificación y descripción de los muestreos para cebada y trigo

Lote	Latitud	Longitud	Clase	Cultivae	F. Siembra	Estadio al Muestreo
1	-33,701911	-58,305970	Cebada	Danielle	8/6/2020	Z 3.3
Juanita	-33,736386	-58,230500	Trigo	Baguette 620	22/5/2020	Z 3.3

Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

Figura 2: Ejemplo de punto de muestreo

A nivel de campo se realizaron 20 muestreos en cada especie (40 muestras) de forma de cubrir diferentes alturas y densidades de parte aérea para tener lecturas bien contrastantes con el plato.

En cada punto de muestreo se tomó la lectura con el plato y se cortó la biomasa aérea con un aro del mismo diámetro que el plato, el cual fue colocado directamente debajo del medidor. El forraje debajo del medidor fue cortado a ras del suelo y se embolsó con su respectiva identificación. Luego en Laboratorio Oriental, se registró el peso fresco de cada muestra y se colocó en estufa con aire forzado a 60 ° C durante mínimo de 48 hs o hasta peso constante para determinar la materia seca.

Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

Figura 3: Ejemplo de corte de forraje en superficie del plato

De esta forma tenemos la unidad de lectura del plato de cada punto de muestreo, y el peso fresco y seco de la superficie del plato.

El análisis de los datos se realizó usando Modelos lineales mixtos y un Análisis de Regresión lineal con el software INFOSTAT (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar).

Cuadro 2: Estadística descriptiva para cada especie

Especie	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
CEBADA	Biomasa Fresca (Kg/ha)	20	12103,7	4025,66	33,26	5500	19100
CEBADA	Materia seca (KgMS/ha)	20	1577,54	449,75	28,51	825,3	2360,2
CEBADA	Porcentaje MS %	20	13,33	1,03	7,75	11,9	15,2
TRIGO	Biomasa Fresca (Kg/ha)	20	13325	3719,77	27,92	6000	20000
TRIGO	Materia seca (KgMS/ha)	20	1991,14	490	24,61	995,4	2707,5
TRIGO	Porcentaje MS %	20	15,1	0,8	5,28	13,5	16,6

Para la calibración y ajuste del Rising Plate Meter (RPM), se definieron como variables dependientes: Biomasa Fresca (kg/ha), Porcentaje de Materia Seca (%MS) y Materia Seca (kgMS/ha). Como efecto fijo se evaluó la especie (cebada/trigo).

Los resultados de los análisis muestran que Cebada y Trigo no presentan diferencias estadísticas cuando se evalúa la biomasa fresca (Cuadro 3), pero son estadísticamente diferentes en la acumulación de materia seca (Cuadro 4) y en el %MS también (Cuadro 5). Estas diferencias implican que para la determinación de la materia seca ambos cultivos deben medirse en forma independiente.

Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

Cuadro 3: Rendimiento de Biomasa fresca (kg/ha) con medias ajustadas y errores estándares para cada especie LSD Fisher (Alfa=0,05).

Especie	Media	n	E.E	Significancia
TRIGO	13325,0	20	866,64	a
CEBADA	12103,7	20	866,64	a

*Medias con una letras comun no son significativamente diferentes (p>0,05)

Cuadro 4: Rendimiento de Materia seca (kgMS/ha) con medias ajustadas y errores estándares para cada especie LSD Fisher (Alfa=0,05).

Especie	Media	n	E.E	Significancia
TRIGO	1991,1	20	105,16	a
CEBADA	1577,54	20	105,16	b

*Medias con una letras comun no son significativamente diferentes (p>0,05)

Cuadro 5: Porcentaje Materia Seca (%MS) con medias ajustadas y errores estándares para cada especie LSD Fisher (Alfa=0,05).

Especie	Media	n	E.E	Significancia
TRIGO	15,1	20	0,21	a
CEBADA	13,33	20	0,21	b

*Medias con una letras comun no son significativamente diferentes (p>0,05)

Mediante el análisis de regresión se estudió cómo los cambios en la/s variable/s predictora/s (lectura de RPM) afectan a la variable respuesta (KgBF/ha, KgMS/ha, %MS), mediante el ajuste de un modelo para la relación funcional entre ambas.
Genéricamente, la relación entre las variables se modela de la forma Y=Xß+ε, donde Y es el vector de observaciones, X es la matriz que contiene a las variables regresaras, ß es un vector de parámetros que serán estimados a partir de los datos y ε es el vector de términos de error aleatorios.

El modelo estadístico propuesto fue:
Y = Bo + B1 *Avg + e
Donde;
Y = kg MS/ha, de trigo/cebada
Bo = intercepto de la recta,
B1= coeficiente o pendiente de la recta que multiplica por la lectura del RPM,
e = error.

Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

Cuadro 6: Estimadores de parámetros Bo, B1 para las variables analizadas en Cebada y Trigo.

Especie	Variable	β0	β1	ε	R^2
CEBADA	Biomasa Fresca (Kg/ha)	-2323,59	703,77	58,46	0,89
	Materia seca (KgMS/ha)	19,74	75,99	8,08	0,83
	Porcentaje de MS %	16,38	-0,15	0,03	0,61
TRIGO	Biomasa Fresca (Kg/ha)	167,88	666,18	67,6	0,84
	Materia seca (KgMS/ha)	268,27	87,23	9,18	0,83
	Porcentaje de MS %	17,23	-0,11	0,03	0,48

Ejemplo con datos del cuadro 6.

Calculo de Materia Seca (KgMS/ha) en Trigo:

268.28 + (87.23 * Lectura del Plato) + 9.18

Si la lectura del plato es 25, el resultado es: 2458 KgMS/ha

Alcances y Conclusiones

Las ecuaciones de calibración se pueden utilizar junto con el plato de levante para proporcionar estimaciones más rápidas y sencillas de la disponibilidad de biomasa si se compara con las realizadas por métodos destructivos, con el adicional de reducir el trabajo y tiempo en el campo y mantenido la precisión de los valores obtenidos.

Los coeficientes de determinación (R^2), para cada especie, muestran un valor más alto en la estimación de la biomasa fresca en comparación con el de la materia seca, pero en ambos casos el valor es mayor a 0,8.
En trigo la diferencia entre utilizar la biomasa fresca o la materia seca es mínima y se podría usar directamente la ecuación para determinar la Materia seca (KgMS/ha) sin la necesidad de tener que estimar la misma en forma analítica en el laboratorio.

En cuanto al porcentaje de materia seca (MS%), el (R^2) es bajo, lo cual indicaría que el plato solo podría usarse para estimar Biomasa Fresca (KgBF/ha) o Materia Seca (KgMS/ha).

Si bien estos resultados preliminares son muy alentadores hay que hacer algunas puntualizaciones del trabajo. El hecho de que cada muestreo haya sido sobre un solo tipo de cultivar, y en un mismo estado hacen que los coeficientes de determinación sean muy buenos, a pesar de que para cada especie se tomaron solo 20 datos. LABORATORIO

Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

ORIENTAL se ha propuesto seguir incorporando registros a la base de datos y sumar variables para garantizar la calidad de las estimaciones. Para ello se relevarán más cultivares, de diferentes ciclos, en diferentes suelos, y en más años.

Bibliografía

Cazaban, M., y D.N. Rubio. 2014. Efecto de la fertilización nitrogenada tardía (V10-11) sobre el rendimiento de maíz. (Tesis de obtención del título de Ingeniero Agrónomo). Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía. Uruguay. 81p

Centurión A.H., y M.V. Chinazo. 2012. Rendimiento alcanzable en trigo en función de los años de agricultura. Relevamiento de chacras. (Tesis de obtención del título de Ingeniero Agrónomo). Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía. Uruguay. 72p

Chá, G. y Durán J. 2001. Respuesta al agregado de N tardío (Z 30 y Z 47) en rendimiento y calidad de trigo (Triticum aestivum). Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. 92p.

García, A., A. Morón, y A. Quincke. 2009. El indicador del potencial de mineralización (PMN): Posible uso para recomendación de fertilización en trigo por el método de balance. En: Mejores prácticas de manejo para una mayor eficiencia en la nutrición de cultivos. Simposio de Fertilidad. IPNI Cono Sur. Fertilizar AC. Mayo del 2009. Rosario, Argentina. pp. 218-220.

Hoffman E., C. Perdomo, N. Fassana, O. Ernst, y A. Berger. 2017. Realidades y mitos en el manejo del nitrógeno en cereales de invierno en Uruguay. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica 27 – 8p

Hoffman, E., C.N. Fassana, C. Perdomo. 2013. Manejo de nitrógeno en cereales de invierno. ¿Agregando más nos estamos quedando cortos? En: Ribeiro A, Silva H. [Eds.] III Simposio Nacional de Agricultura. No se llega si no se sabe a dónde ir. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Hemisferio Sur. pp. 51-62.

Hoffman, E., C. Perdomo, O. Ernst, M. Bordolli, M. Pastorini, C. Pons, y E. Borghi. 2010. Propuesta para el manejo del nitrógeno en cultivos de invierno en Uruguay. En: Informaciones Agronómicas del Cono Sur. Instituto Internacional de Nutrición de Planta. ISSN 1666 7115- RPI. 782346. Nro 46. Junio del 2010. Argentina. pp. 13-18

Hoffman, E.M., A. Locatelli, C.N. Fassana, L. Viega, y A.J. Castro. 2014. Evaluación de la evolución de la oferta varietal del trigo en Uruguay en el siglo XXI. En: Memorias de Seminario Internacional. 1914 - 2014, un Siglo de mejoramiento de trigo en La Estanzuela. Agosto 2014. INIA La Estanzuela. Colonia Uruguay (en prensa).

Iris de Lopez Crespo 1490 - Dolores
Tel: 4534 5770 097 730 755
laboratorio@labolitoral.com.uy
www.labolitoral.com.uy

Jorge Villar y Oscar Quaino. 2001. INTA Rafaela-Anuario 2001. Índice de nutrición nitrogenada: indicador del potencial de producción de trigo. 3p

Mazzilli, S., O. Ernst, A. Sastre, y G. Terra. 2015. Disponibilidad de nitratos en sistemas agrícolas sin laboreo y su relación con variables ambientales y de manejo. Agrociencia Uruguay, 19(1):131-139.

Mazzilli, S. 2014. Registros de chacra: principales variables que determinaron el rendimiento y calidad. En: Jornada de cultivos de invierno de FUCREA. [En línea] Consultado 17 septiembre 2015. Disponible en:http://www.fucrea.org/informacion/index.php?TypeId=15&ClassId=46&Id=1315

Michalk, D. L.; Herbert, P. K. 1977. Assessment of four techniques for estimating yield on dryland pastures. Journal of Agriculture. 69:864–868.

Salvagliotti, F., J.M. Castellarín, D.J. Miralles, y H.M. Pedrol. 2009. Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. Field Crop Research, 113:170-177.

Sinclair, T.R., y T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. Crop Science, 29:90-98.

Siri Prieto, G., y O. Ernst. 2009. Cambios en el contenido de carbono y nitrógeno del suelo: ¿hacia dónde va el sistema? En: Hoffman E, Ribeiro A, Ernst O, García F.O. [Org]. I Simposio Nacional de Agricultura de secano. Universidad de la República. Facultad de Agronomía, pp. 111-123.

Agradecimiento

A Rafael Chá por permitirnos realizar el trabajo de campo en sus cultivos