



Método de estimación del rendimiento precosecha en el cultivo de Sorgo granifero

ÁREA DE CONSOLIDACIÓN

SISTEMAS AGRICOLAS DE PRODUCCIÓN EXTENSIVOS

AÑO 2015

Alumnos: Domínguez, Cecilia

Rodríguez, José Eduardo

Tutor: Ing. Agr. Giambastiani, Gustavo

RESUMEN

Ante la falta de un método práctico y preciso para estimar rendimiento precosecha de sorgo granífero se propuso el desarrollo de un procedimiento con esas características. Para ello fueron analizadas muestras de panojas de 23 híbridos de sorgo granífero en las que se estudiaron las correlaciones entre diferentes variables morfológicas y el peso de los granos contenidos en las mismas. Las variables morfológicas evaluadas fueron el diámetro del pedúnculo, el largo y el ancho de la panoja. Se llegó a la conclusión que mediante una regresión lineal simple y utilizando como regresora cualquiera de las variables morfológicas se puede hacer la estimación del peso de los granos en la panoja. Se propone un método de estimación del rendimiento precosecha aplicable a un lote de sorgo granífero.

INTRODUCCIÓN

El sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.) es un cultivo de verano perteneciente a la familia de las gramíneas y al género *Sorghum*. Es el quinto cereal en importancia a nivel mundial detrás del maíz, el trigo, el arroz y la cebada aportando el 3% de la producción total. Argentina es el sexto productor con 3.000.000 de toneladas producidas al año y es el segundo país exportador.

Los usos del sorgo son múltiples y dependen de su genética. Se utiliza principalmente para consumo animal y en menor medida para consumo humano; así mismo también posee propiedades como insumo para la producción de papel, adhesivos, refinamiento de minerales y elaboración de embutidos, entre otros usos industriales. En nuestro país, la demanda de sorgo se compone esencialmente de la molienda para alimentación animal y de la exportación. Los que demandan para molienda son principalmente firmas dedicadas a la producción ganadera y lechera, mientras que las ventas externas se realizan por grandes traders internacionales (Dragún et al, 2010).

Las empresas agrícolas necesitan estimar los rindes previos a la cosecha tanto para ajustar sus estrategias comerciales como para adecuar la logística de la postcosecha, previendo condiciones de almacenamiento, movimiento y entrega de granos. Es frecuente que se cometan errores en este proceso. La estimación del rendimiento es un proceso que todas las empresas productivas ejecutan, tarde o temprano, previo a la cosecha.

Usualmente, la atención que se presta al procedimiento de estimación de rendimiento es escasa y, en muchos casos, la impresión subjetiva sobre la condición del cultivo juega un papel importante al asignar un valor probable al rendimiento de un lote. La construcción de una metodología eficaz (es decir, simple,

reproducibile y confiable) de estimación de rendimiento contribuye a reducir errores del proceso o a identificarlos, permitiendo una mejora continua y resultados que contribuyen a fortalecer la confianza entre los equipos técnicos u operativos y los tomadores de decisión de las empresas (áreas directivas, comerciales y administrativas).

Un método posible de ser usado para estimar el rendimiento final en el cultivo de sorgo granífero previo a la cosecha se basa en estimar el número total de panojas cosechables por unidad de superficie, y posteriormente realizar la trilla manual de una muestra de panojas representativas de manera de obtener el peso promedio de los granos que contiene las panojas. Esta metodología es una tarea muy laboriosa y poco práctica debido a que se requiere de mucho tiempo y dedicación para separar las semillas del resto de la panoja. Además hay que tener en cuenta el momento en que se van a recolectar las panojas, siendo fundamental que los granos hayan alcanzado la madurez fisiológica. Por otra parte el método requiere conocer la humedad de los granos para corregir su peso a humedad comercial de 15%.

En maíz, la estimación del rendimiento previo a la cosecha es más fácil. Una vez que el cultivo ha definido el número de granos, se cuenta la cantidad de hileras de granos y la cantidad de granos por hilera, en una muestra de espigas. Conociendo la densidad de espigas por unidad de superficie, el número de granos promedio por espiga y estimando el peso medio de granos, se puede llegar al rendimiento estimado a la cosecha. (H.R. Lafitte. 1993)

Para el cálculo de rendimiento precosecha de girasol se cuenta con un método elaborado en INTA Balcarce (Pereyra y Farizio, 1979) basado en la existencia de una alta correlación entre el diámetro del capítulo y el peso de los granos contenidos en el mismo. El trabajo de campo consiste en medir el diámetro de los capítulos en una superficie conocida mediante una regla especial graduada. El sistema permite seleccionar el distanciamiento entre surcos (para conocer la cantidad de metros a recorrer) y luego permite cargar el valor indicado por la regla de todos los capítulos presentes. Con la sumatoria de los capítulos se estima el rendimiento final.

En la revisión bibliográfica previa no se ha encontrado ninguna metodología de estimación de rendimiento precosecha de sorgo que responda a la condición de práctica, precisa y rápida. Por lo que se propone en el siguiente trabajo desarrollar un método con esas características basado en las correlaciones entre algún atributo morfológico de la panoja, como por ejemplo su ancho, largo, o bien el diámetro del pedúnculo, y el peso de los granos en la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligieron 23 híbridos de el ensayo comparativo de rendimientos de sorgo granifero que se realizo en INTA Manfredi en la campaña 13/14, de los cuales se extrajeron al azar 20 panojas de diferentes tamaños. Dentro de los seleccionados se procuró que hubieran híbridos con diferencias en cuanto a la tipología de panojas: laxa, semilaxa, semicompacta y compacta. También se muestrearon híbridos de sorgo blanco y colorado (tabla 1).

Tabla 1: Híbridos utilizados, tipo de panoja y color de grano.

NOMBRE	TIPO DE PANOJA	COLOR DEL GRANO
DK61T	COMPACTA	COLORADO
GEN21T	SEMILAXA	COLORADO
H910T	SEMILAXA	COLORADO
H830R	SEMICOMPACTA	COLORADO
VTH134	SEMICOMPACTA	COLORADO
A9970M	LAXA	COLORADO
ADV114	COMPACTA	COLORADO
RARDP	COMPACTA	COLORADO
MALON	SEMICOMPACTA	COLORADO
INTABLANCO	SEMICOMPACTA	BLANCO
SAC100	COMPACTA	COLORADO
ARG155DB	COMPACTA	COLORADO
FN6300	LAXA	COLORADO
DK64T	COMPACTA	COLORADO
.81629	SEMILAXA	COLORADO
ACA561	SEMILAXA	COLORADO
FN6800	LAXA	COLORADO
MS105	COMPACTA	COLORADO
EXP915	SEMICOMPACTA	COLORADO
DK53	SEMILAXA	COLORADO
TS283	SEMILAXA	COLORADO
ARGENSOR125B	SEMICOMPACTA	BLANCO
GEN315	LAXA	COLORADO

Las panojas recolectadas fueron colocadas en bolsas de arpillera plástica y posteriormente se hicieron las siguientes mediciones: distancia desde el grano mas basal de la panoja hasta el grano mas apical de la misma, definiendo de este modo el largo de panoja (LP), diámetro de la sección más ancha de la panoja (AP), y el diámetro del pedúnculo a nivel de la inserción de los pedicelos de las espiguillas (DPP). En la figura 1

están representados esquemáticamente los caracteres medidos. Para las mediciones de largo y ancho se utilizó una regla y para la medición del diámetro del pedúnculo un calibre milimetrado. Cada panoja fue identificada con un rótulo.

Las muestras fueron llevadas a cámara de secado hasta peso constante. Posteriormente las panojas se trillaron individualmente con una trilladora eléctrica. Las muestras trilladas se limpiaron y luego pesaron con una balanza de precisión obteniéndose el peso de los granos (PGP).

Los datos recolectados se analizaron estadísticamente con Infostat. Se realizaron correlaciones de Pearson entre variables, un análisis de componentes principales, Regresión lineal simple para cada genotipo y un análisis de la varianza de la ordenada al origen y las pendientes de cada regresión lineal de cada genotipo para saber si existen diferencias entre los diferentes tipos de panoja. Por último se hicieron regresiones lineales simples generales.

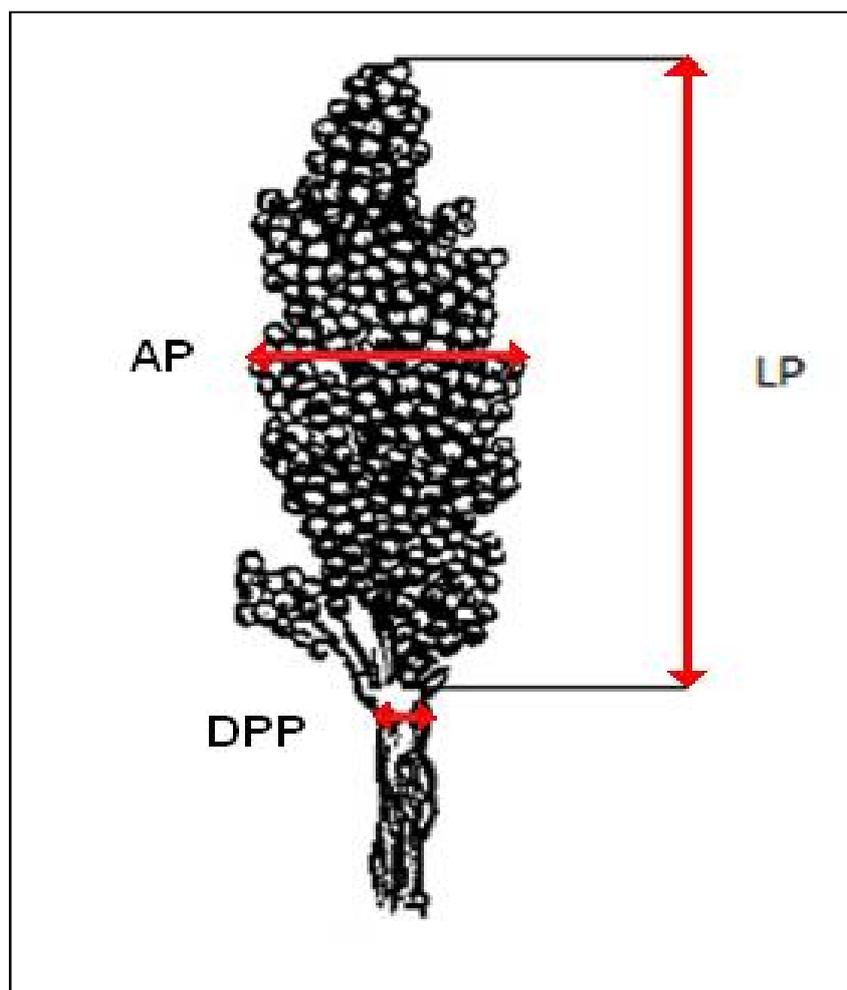


Figura 1: Caracteres morfológicos de la panoja medidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de correlación mostró que todas las variables presentaron una correlación positiva con respecto al PGP y entre ellas, siendo las de mayor asociación al peso de los granos, AP y DPP con una correlación de 0,84 (tabla 2).

Tabla 2: Análisis de correlación entre variables morfológicas y peso de granos

	LP	AP	DPP	PGP
LP	1	0	0	0
AP	0,58	1	0	0
DPP	0,54	0,77	1	0
PGP	0,67	0,84	0,84	1

Se realizó un análisis de componentes principales con la realización de un diagrama de dispersión para describir de forma óptima la nube de puntos conformada por los distintos genotipos y los vectores representados por las variables morfológicas medidas en los órganos cosechables tomados como muestra del cultivo en estudio.

El Análisis de Componentes Principales muestra que entre la CP1 y CP2 se explica el 85.1% de la variabilidad total de los datos (figura 2).

Las variables representadas como vectores, al estar situadas con sentido hacia la derecha, muestran una correlación positiva entre ellas. Se observa que las variables AP y DPP tienen una mayor correlación con PGP que la variable LP. El LP es el vector de mayor longitud por lo que presenta una mayor variabilidad según genotipo.

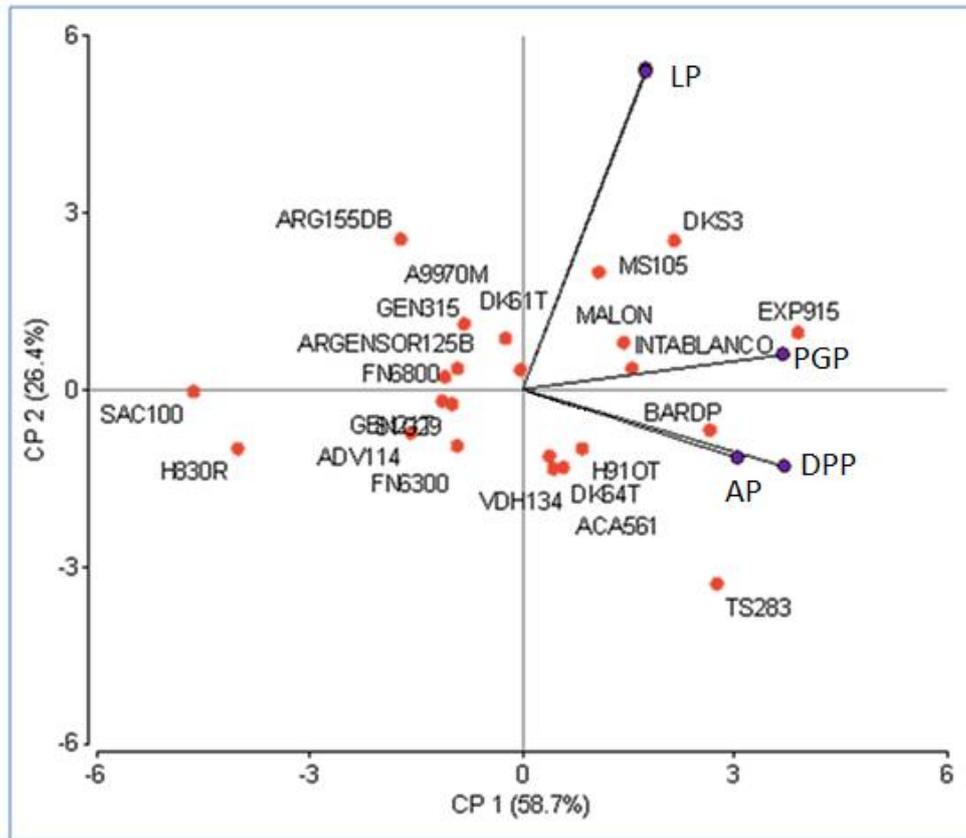


Figura 2: Biplot que explica la variabilidad entre los genotipos en función de las variables: LP, AP, DPP y PGP.

El análisis de regresión lineal simple para cada genotipo entre la variable dependiente PGP y las independientes LP, AP y DPP mostro coeficientes de regresión (r^2) entre 0.85 y 0.32 para LP, entre 0.9 y 0.56 para AP y entre 0.95 y 0.46 para DPP (tabla 3).

El análisis de la varianza de las ordenadas al origen y de las pendientes de las regresiones para los diferentes tipos de panoja (compacta, semicompacta, semilaxa y laxa) no dio diferencias significativas (Anexo) por lo que se interpreta que puede utilizarse una regresión lineal general válida para el conjunto de genotipos evaluados independientemente del tipo de panoja.

Tabla 3: Análisis de regresión simple de cada genotipo entre las variables morfológicas y PGP.

Genotipo	Tipo de panojas	LP		AP		DPP	
		Regresión	R ²	Regresión	R ²	Regresión	R ²
GEN21T	Semi laxa	y = 5,752x - 88,04	R ² = 0,562	y = 19,06x - 51,03	R ² = 0,828	y = 14,69x - 53,947	R ² = 0,9279
INTABLANCO	Semi compacta	y = 6,132x - 96,83	R ² = 0,615	y = 20,98x - 55,89	R ² = 0,847	y = 11,52x - 49,99	R ² = 0,797
MALON	Semi compacta	y = 5,777x - 96,69	R ² = 0,605	y = 22,14x - 69,25	R ² = 0,870	y = 14,11x - 47,62	R ² = 0,784
81G29	Semi laxa	y = 6,516x - 104,1	R ² = 0,892	y = 22,15x - 65,81	R ² = 0,906	y = 11,35x - 43,01	R ² = 0,952
VDH134	Semi compacta	y = 6,618x - 92,01	R ² = 0,737	y = 19,13x - 46,45	R ² = 0,807	y = 11,72x - 46,26	R ² = 0,894
FN6300	Laxa	y = 4,075x - 48,25	R ² = 0,800	y = 11,95x - 19,14	R ² = 0,772	y = 11,20x - 31,86	R ² = 0,865
A9970M	Laxa	y = 5,368x - 95,14	R ² = 0,811	y = 20,22x - 59,06	R ² = 0,878	y = 13,22x - 43,35	R ² = 0,895
TS283	Semi laxa	y = 7,059x - 75,98	R ² = 0,606	y = 18,76x - 50,17	R ² = 0,777	y = 12,09x - 53,40	R ² = 0,750
DK61T	Compacta	y = 4,895x - 67,46	R ² = 0,711	y = 27,3x - 83,05	R ² = 0,810	y = 12,63x - 43,32	R ² = 0,848
ARG155DB	Compacta	y = 3,538x - 58,24	R ² = 0,560	y = 13,61x - 24,10	R ² = 0,638	y = 6,662x - 13,66	R ² = 0,756
MS105	Compacta	y = 4,727x - 79,35	R ² = 0,319	y = 21,01x - 52,15	R ² = 0,628	y = 11,99x - 49,52	R ² = 0,749
H910T	Semi laxa	y = 5,615x - 82,68	R ² = 0,637	y = 16,35x - 40,31	R ² = 0,769	y = 8,721x - 27,43	R ² = 0,804
BARDP	Compacta	y = 5,226x - 75,15	R ² = 0,601	y = 19,87x - 64,08	R ² = 0,872	y = 12,16x - 60,66	R ² = 0,771
ADV114	Compacta	y = 5,717x - 80,64	R ² = 0,531	y = 16,37x - 34,00	R ² = 0,668	y = 11,09x - 39,68	R ² = 0,712
EXP915	Semi compacta	y = 8,274x - 159,9	R ² = 0,517	y = 22,36x - 57,73	R ² = 0,786	y = 14,94x - 65,07	R ² = 0,854
H830R	Semi compacta	y = 2,8893x - 29,3	R ² = 0,3628	y = 12,434x - 27,36	R ² = 0,7348	y = 7,381x - 18,217	R ² = 0,6614
ARGENSOR125B	Semi compacta	y = 5,682x - 87,96	R ² = 0,816	y = 17,32x - 35,38	R ² = 0,602	y = 9,728x - 31,50	R ² = 0,757
FN6800	Laxa	y = 3,618x - 47,80	R ² = 0,618	y = 11,54x - 21,15	R ² = 0,562	y = 10,05x - 32,60	R ² = 0,630
DKS3	Semi laxa	y = 7,030x - 133,6	R ² = 0,609	y = 28,33x - 79,71	R ² = 0,766	y = 10,65x - 15,15	R ² = 0,783
DK64T	Compacta	y = 7,840x - 117,8	R ² = 0,871	y = 20,69x - 50,31	R ² = 0,703	y = 10,02x - 36,18	R ² = 0,894
ACA561	Semi laxa	y = 5,073x - 57,37	R ² = 0,853	y = 17,24x - 39,41	R ² = 0,655	y = 10,18x - 30,46	R ² = 0,808
GEN315	Laxa	y = 4,062x - 54,725	R ² = 0,6578	y = 13,07x - 23,678	R ² = 0,6456	y = 7,545x - 8,9457	R ² = 0,459
SAC100	Compacta	y = 3,655x - 46,274	R ² = 0,8086	y = 12,48x - 22,954	R ² = 0,7803	y = 8,870x - 31,076	R ² = 0,7323

El análisis de regresión lineal simple generalizada, para el conjunto de genotipos evaluados, entre las variables DPP, AP, LP con PGP se observan en las figuras 3, 4 y 5 respectivamente. DPP y AP muestran los coeficientes de regresión más elevados (0,72 y 0,70 respectivamente) en tanto LP considerablemente más bajo (0.45). A partir de las ecuaciones de regresión se puede inferir que panojas con DPP menores a 3,09 mm se pueden considerar que hacen un aporte nulo al peso de los granos y que por cada mm de DPP a partir de 3,09, el PGP se incrementa 10,17 g.

Panojas con AP menores a 2,57 cm no aportan al PGP y por cada cm de AP por sobre ese valor adicionan 19,13 g al PGP.

De igual manera, las panojas contribuyen al PGP con LP mayores a 11,2 cm y por cada cm adicional a partir de ese punto el PGP crece 3,88 g.

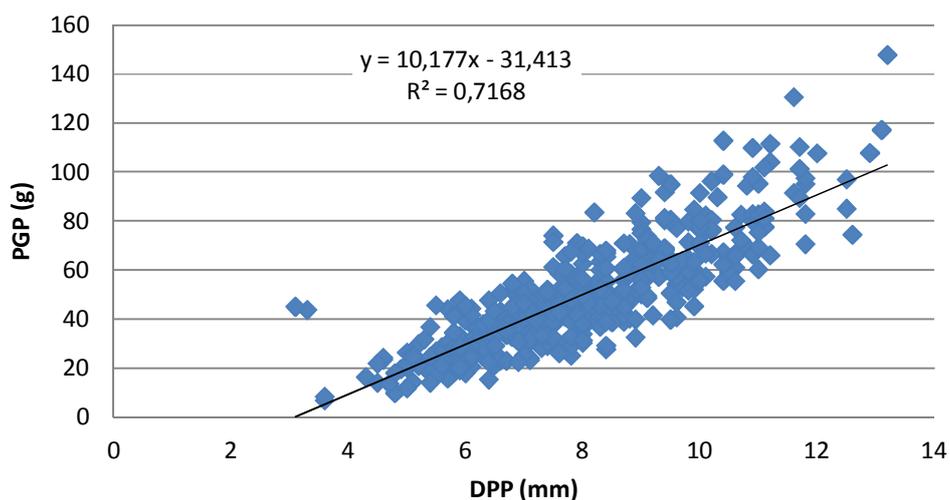


Figura 3: Regresión lineal simple entre DPP y PGP para todos los genotipos.

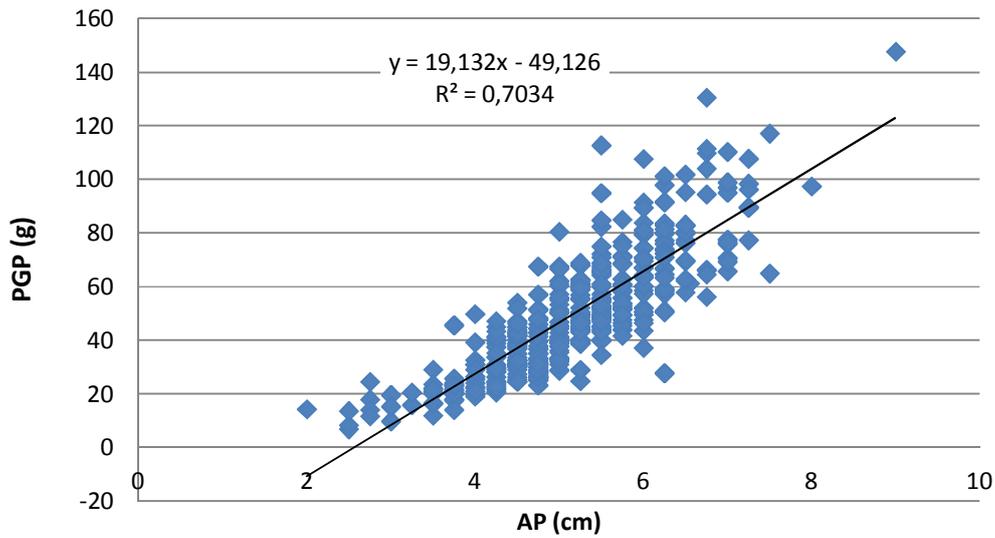


Figura 4: Regresión lineal simple entre PGP y AP.

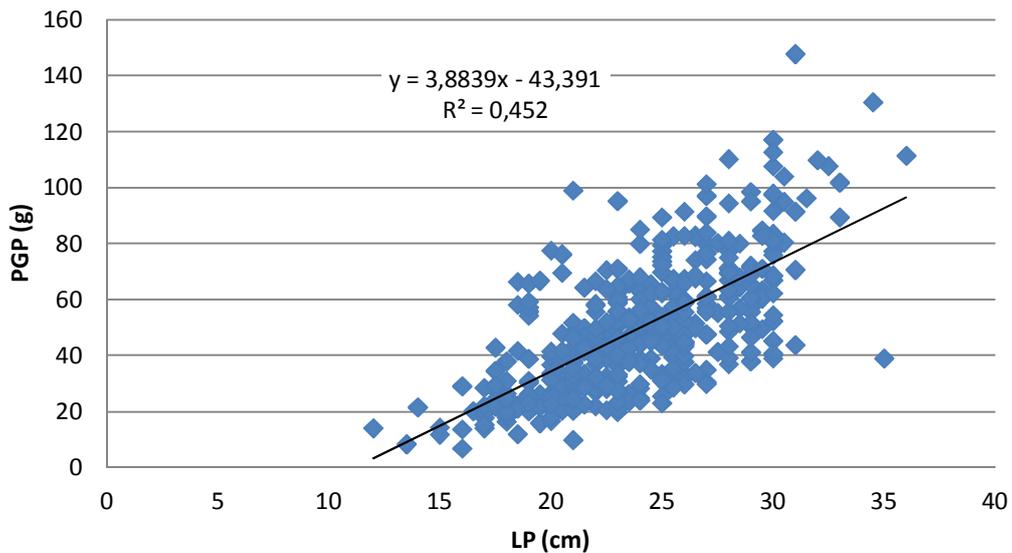


Figura 5: Regresión lineal simple entre PGP y LP.

De lo anterior se desprende que el AP y el DPP son las variables morfológicas que mejor estiman el PGP, presentando un mejor grado de ajuste de la nube de puntos con la recta de regresión lineal.

Utilizando los modelos de regresión lineal simple generalizados obtenidos se construyó, a modo de ejemplo, la tabla 4 en la que se comparan los valores reales de PGP con los valores predichos mediante el remplazo

de la variable independiente (x) para cada carácter morfológico. Se debe aclarar que el modelo solo es válido dentro de los valores extremos contemplados en este trabajo.

Tabla 4: Comparación de PGP predichos mediante modelos de regresión lineal y PGP reales para el genotipo GEN 21 T

Panoja muestreada	PGP real (g)	PGP predicho (DPP) (g)	PGP predicho (AP) (g)	PGP predicho (LP) (g)
1	62,6	50,18	51,09	55,36
2	39,6	31	41,56	47,59
3	21	21,91	17,73	33,99
4	71,1	49,17	65,39	65,07
5	37,8	31	32,03	37,87
6	52,1	44,12	65,39	55,36
7	26,5	28,98	41,56	26,22
8	79,5	60,28	65,39	53,42
9	31,1	27,97	32,03	37,87
10	67	54,22	70,16	65,07
11	65,7	47,15	55,86	47,59
12	53	49,17	60,63	49,53
13	45,3	39,07	51,09	43,7
14	19,9	26,96	27,26	45,64
15	69,8	50,18	74,93	53,42
16	32,5	28,98	36,79	41,76
17	58,5	48,16	70,16	41,76
18	20,3	19,89	22,49	37,87
19	28,4	26,96	32,03	49,53
20	23,5	15,85	32,03	37,87

Se puede observar que el PGP **predicho individualmente** para cada panoja, obtenido mediante el modelo de regresión para cada una de las variables medidas, en comparación al **PGP real**, presenta una diferencia considerable. Por lo que las regresiones lineales obtenidas no son de utilidad para predecir el rendimiento individual de las panojas, hecho que no invalida su utilización para estimar el rendimiento de una muestra de

panojas. La forma de ir anulando dichas diferencias es mediante el aumento del número de panojas que conforman la muestra, de manera de que los residuos que se generan se vayan anulando entre si y ajustando el resultado de lo calculado al peso verdadero de la misma muestra.

Para definir el tamaño de la muestra es decir la cantidad de panojas a muestrear para que la estimación sea certera, se utilizaron los datos obtenidos de las 460 panojas muestreados y se conformaron muestras aleatorias con N entre 1 y 460. Se compararon, los PGP predichos con los PGP reales. Mediante este procedimiento se pudo observar el comportamiento de la estimación, a medida de que el número de individuos que conforman la muestra va en aumento es acompañado por una estimación más precisa, Se pudo concluir que la estimación se acerca al valor real y se estabiliza a partir de un $n=50$.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten sentar las bases de una metodología de estimación del rendimiento precosecha de sorgo granífero que responda a las características de simple, rápida y precisa.

Se observaron correlaciones positivas entre los caracteres morfológicos medidos y el peso de los granos que contienen las panojas, siendo AP y DPP las variables cuantitativas con mayor grado de correlación y cuyas regresiones lineales ofrecen mayor grado de ajuste.

No hubo diferencias entre tipos de panoja en cuanto a los parámetros de las regresiones lineales obtenidas, por lo que la metodología de estimación se puede basar en una regresión lineal general única.

Las regresiones lineales generales entre cada atributo y el PGP no sirven para la estimación del peso individual de cada panoja.

Una muestra lo suficientemente grande de 50 panojas, en las cuales se mida cualquiera de los 3 caracteres morfológicos de la panoja (DPP, AP o LP) y reemplazando dichos valores en las correspondientes ecuaciones obtenidas mediante las regresiones lineales simples generales, permite estimar con suficiente precisión el peso de los granos.

METODOLOGÍA PROPUESTA PARA ESTIMAR RENDIMIENTO PRECOSECHA A CAMPO

El procedimiento recomendado es el siguiente:

Es importante para poder hacer una buena estimación, realizar un muestreo que sea lo suficientemente representativo, con lo cual es necesario realizar una recorrida del lote y zonificarlo de acuerdo al estado del cultivo. Luego es necesario muestrear cada zona en particular. Si el sorgo está sembrado a 52,5 cm de distancia entre hileras, se miden las panojas en 1,90 m lineales (equivalentes a un metro cuadrado) en cuatro puntos elegidos al azar.

De esta manera quedara conformada la muestra de al menos 50 panojas que representaran a cada sector del campo de las diferentes zonas previamente determinadas. A cada panoja de la muestra se le efectuara la medición de alguno de los tres caracteres morfológicos contemplado en este trabajo, como por ejemplo el DPP mediante un calibre o el LP o AP mediante una regla. Se procederá a la realización de un promedio de los mismos y dicho resultado se reemplazara en la formula que describe la regresión de dicha variable con respecto al PGP. El resultado obtenido debe multiplicarse por el número de panojas medidas. Las formulas de trabajo obtenidas de las regresiones son las siguientes:

1. Regresión PGP–DPP:

$$\text{PGP (g)} = [10,177 \times \text{DPP (mm)}] - 31,413$$

2. Regresión PGP–AP:

$$\text{PGP (g)} = [19,132 \times \text{AP(cm)}] - 49,126$$

3. Regresión PGP–LP:

$$\text{PGP (g)} = [3,8839 \times \text{LP(cm)}] - 43,391$$

El peso obtenido es referido a 0% de humedad, por lo que debe corregirse a 15% que es la humedad comercial.

La metodología propuesta podría no ser válida en situaciones como por ejemplo cuando el llenado de granos se haya producido en condiciones ambientales poco favorables, o cuando el cultivo haya sufrido ataque de mosquita o pájaros.

AGRADECIMIENTOS:

Al ingeniero agrónomo GUILLERMO CORDES del INTA MANFREDI por su amabilidad y predisposición al recibinos y permitir la recolección de muestras dentro del ECR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACREA. Producción de Sorgo Granifero. 2011. Buenos Aires.

Carrasco Natalia, Báez Agustín, Belmonte María Laura.2005.Trigo.Manual de campo. INTA EEA Anguil.
http://rian.inta.gov.ar/agronomia/Manual_Trigo.pdf

CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. <http://maizedoctor.org/es/estimacion-del-rendimiento-antes-de-la-cosecha>

Di Rienzo J. A., Casanoves Fernando, Gonzales Laura Alicia, Tablada Elena Margot, Días María del Pilar, Robledo Carlos Walter, Balzarini Mónica Graciela. 2008. Estadística para las ciencias agropecuarias. Editorial Brujas, Pasaje España 1485, Córdoba. Argentina.

Herrera Germán, Escobar Guillermo¹, Schaab Lucas, Bellini Saibene Yanina, Caldera Juan, Ramos Lucas. Manuales de campo de la RIAN para dispositivos móviles. EEA Las Breñas, Las Breñas, Chaco, EEA Anguil, Anguil, La Pampa, Argentina. http://inta.gob.ar/documentos/manuales-de-campo-de-la-rian-para-dispositivos-moviles/at_multi_download/file/Trabajo_Manuales_dispositivos_moviles.pdf

Satorre E. H., Roberto L. Benech Arnold, Slafer G. A., Elba B. de la Fuente, Daniel J. Miralles, María E. Otegui y Savin R..2012. Producción de Granos. Bases Funcionales para su Manejo. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires.

Sistemas de producción de cultivos extensivos. Curso 2012. Material didáctico para teórico prácticos. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

ANEXOS

Análisis de la varianza según coeficientes de ajustes(r^2)

- LP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LP	23	0,09	0,00	23,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		0,04	3	0,01	0,60	0,6235
tipologia	0,04	3	0,01	0,60	0,6235	
Error	0,47	19	0,02			
Total	0,51	22				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26541

Error: 0,0245 gl: 19

tipologia	Medias	n	E.E.	
semicompacta	0,61	6	0,06	A
compacta	0,63	7	0,06	A
semilaxa	0,69	6	0,06	A
laxa	0,72	4	0,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- AP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AP	23	0,09	0,00	13,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		0,02	3	0,01	0,61	0,6155
tipologia	0,02	3	0,01	0,61	0,6155	
Error	0,19	19	0,01			
Total	0,21	22				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17011

Error: 0,0101 gl: 19

tipologia	Medias	n	E.E.	
laxa	0,71	4	0,05	A
compacta	0,73	7	0,04	A
semicompacta	0,77	6	0,04	A
semilaxa	0,78	6	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- DPP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DPP	23	0,15	0,01	13,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	3	0,01	1,09	0,3759
tipología	0,04	3	0,01	1,09	0,3759
Error	0,22	19	0,01		
Total	0,26	22			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18244

Error: 0,0116 gl: 19

tipología	Medias	n	E.E.
laxa	0,71	4	0,05
compacta	0,78	7	0,04
semicompacta	0,79	6	0,04
semilaxa	0,84	6	0,04

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza según pendiente de la fórmula de regresión

- LP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a LP	23	0,25	0,13	24,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,73	3	3,58	2,06	0,1395
Columna1	10,73	3	3,58	2,06	0,1395
Error	32,99	19	1,74		
Total	43,72	22			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,23265

Error: 1,7364 gl: 19

Columna1	Medias	n	E.E.
laxa	4,28	4	0,66
compacta	5,09	7	0,50
semicompacta	5,90	6	0,54
semilaxa	6,17	6	0,54

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- AP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a AP	23	0,21	0,08	23,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	96,17	3	32,06	1,64	0,2142	
Columna1		96,17	3	32,06	1,64	0,2142
Error	371,98	19	19,58			
Total	468,15	22				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,49697

Error: 19,5780 gl: 19

Columna1	Medias	n	E.E.	
laxa	14,20	4	2,21	A
compacta	18,76	7	1,67	A
semicompacta	19,06	6	1,81	A
semilaxa	20,32	6	1,81	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- DPP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a DPP	23	0,05	0,00	21,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	5,20	3	1,73	0,32	0,8120	
Columna1		5,20	3	1,73	0,32	0,8120
Error	103,56	19	5,45			
Total	108,77	22				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,95575

Error: 5,4507 gl: 19

Columna1	Medias	n	E.E.	
compacta	10,49	7	0,88	A
laxa	10,50	4	1,17	A
semilaxa	11,28	6	0,95	A
semicompacta	11,57	6	0,95	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza según ordenada al origen de la fórmula de regresión

- LP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b LP	23	0,16	0,03	36,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3269,49	3	1089,83	1,25	0,3201
Columna1	3269,49	3	1089,83	1,25	0,3201
Error	16588,06	19	873,06		
Total	19857,55	22			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=50,06369

Error: 873,0558 gl: 19

Columna1	Medias	n	E.E.	
semicompacta	-93,78	6	12,06	A
semilaxa	-90,30	6	12,06	A
compacta	-74,99	7	11,17	A
laxa	-61,48	4	14,77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- AP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b AP	23	0,18	0,05	39,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1398,35	3	466,12	1,38	0,2779
Columna1	1398,35	3	466,12	1,38	0,2779
Error	6395,18	19	336,59		
Total	7793,54	22			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=31,08505

Error: 336,5886 gl: 19

Columna1	Medias	n	E.E.	
semilaxa	-54,41	6	7,49	A
semicompacta	-48,68	6	7,49	A

compacta	-47,23	7	6,93	A
laxa	-30,76	4	9,17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- DPP

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b DPP	23	0,10	0,00	40,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	480,02	3	160,01	0,68	0,5740
Columna1	480,02	3	160,01	0,68	0,5740
Error	4458,76	19	234,67		
Total	4938,78	22			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=25,95565

Error: 234,6715 gl: 19

Columna1	Medias	n	E.E.	
semicompacta	-43,11	6	6,25	A
compacta	-39,16	7	5,79	A
semilaxa	-37,23	6	6,25	A
laxa	-29,19	4	7,66	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)