

INFORME FINAL DE RESULTADOS

Nombre del proyecto: CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD INDUSTRIAL DE TRIGO PROCEDENTE DEL CICLO 2022-2023.

Fecha del inicio del proyecto: 15 DE OCTUBRE DE 2023.

Fecha de terminación del proyecto: 30 DE JUNIO DE 2024

Responsable del Proyecto: M.C. GABRIELA CHÁVEZ VILLALBA

1. Colaboradores del Proyecto

Nombre / Correo electrónico / Institución	Actividades realizadas por cada participante
Nombre: Dr. Alberto Borbón Gracia Correo Electrónico: borbon.alberto@inifap.gob.mx. Institución: INIFAP	Participó en el establecimiento de módulos de validación, organizó y participó en los eventos de trilla.
Dr. Jesús Antonio Cantúa Ayala. Correo electrónico: cantua.jesús@inifap.gob.mx Institución: INIFAP	Participó en el establecimiento de módulos de validación, organizó y participó en los eventos de trilla.

2. Introducción

En el proceso de selección de líneas experimentales de trigo, el rendimiento de grano, la reacción a enfermedades y la tolerancia al estrés abiótico, son características importantes que se deben considerar al momento de liberar una variedad. Asimismo, la calidad industrial es fundamental ya que está directamente asociada al valor económico de una determinada variedad. El estado de Sonora se ha destacado no solo por ser uno de los principales productores de trigo en México, también por la productividad y calidad industrial de las variedades liberadas. En esta región se liberaron las primeras variedades con alto contenido de pigmento denominadas "variedades oro", tales como CEVY Oro C2008, Patronato Oro C2008, Baroyeca Oro C2013, Quetchehueca Oro C2013, CENEB Oro C2017, las cuales compiten con variedades de la marca Desert Durum. También se han generado variedades que combinan rendimiento y calidad como Don Lupe C2020 y Roely HP, en proceso de ser liberadas. Roley HP posee un alto contenido de proteína en grano y color en su sémola. Esta variedad mostró rendimientos equiparables a CIRNO C2008 en parcelas de validación, en el ciclo agrícola 2022-2023.

En trigo harinero se ha tenido un importante avance genético en la identificación de líneas experimentales mejor adaptadas a estrés por calor y sequía, de las cuales se han originado las variedades Borlaug 100 y CIANO M2018, las cuales, aunque pertenecen al grupo II poseen buen contenido de proteína y volumen de pan. En 2023 también se liberó la variedad Marcela F2023, variedad de gluten fuerte y alta proteína, lo que permitirá un uso más eficiente en la elaboración de mezclas por parte de la industria harinera. Por todo esto, Sonora es un importante proveedor de trigo en México.

3. Objetivos

Objetivo Planteado	Comentarios
Caracterizar la calidad industrial de la cosecha de trigo cristalino y harinero de parcelas de validación, así como del ensayo regional establecido en fechas de siembra en el Campo Experimental Norman E. Borlaug.	Se presentan los parámetros de calidad en variedades y líneas establecidas en parcelas de validación y en ensayo regional.
Generar información que permita comparar la calidad industrial de la cosecha de trigo harinero: Onavas F2009, Borlaug 100, CIANO M2018, y 22 líneas experimentales	Durante el ciclo 2022-2023 la variedad Onavas F2009, no se estableció su siembra en parcelas de validación, sólo se estableció en el ensayo regional.
Generar información que permita comparar la calidad industrial de la cosecha de trigo cristalino de las variedades: CIRNO C2008, CENEB ORO C2017, Don Lupe C2020, Noroeste C2021, Roely HP C2022 y 25 líneas avanzadas	En parcelas de validación no se estableció la siembra de la variedad de trigo cristalino CENEB ORO C2017.

4. Productos-Entregables (alimentar con fotografías)

Producto/entregables	Comentario
Informe parcial de actividades	Se realizó la entrega en enero del 2024
Publicación DDA 2024	Expresión de la panza blanca y proteína en trigo duro a través de cuatro fechas de siembra
Informe final de actividades.	Programada para mayo del 2024

5. Descripción del desarrollo y resultados:

El estudio se desarrolló en el Laboratorio de Calidad del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del INIFAP. Las muestras de las parcelas de validación se recibieron en el Laboratorio a través del Investigador Colaborador de este proyecto Dr. Alberto Borbón Gracia. En el Cuadro 1, se presenta la relación de las variedades procedentes de parcelas de validación en diferentes localidades del sur de Sonora.




Cuadro 1. Relación de las variedades evaluadas en parcelas de validación en el sur de Sonora C2022-2023

LOCALIDAD	PRODUCTOR	VARIETADES
HUATABAMPO	ING. FELIPE TERRAZAS	BORLAUG 100
		CIANO M2018
		BW4
		CIRNO C2008
		DON LUPE C2020
		ROELY HP
BENITO JUÁREZ	ING. ADOLFO BANDA	BORLAUG 100
		CIANO M2018
		BW 4
		CIRNO C2008
		DON LUPE C2020
		NOROESTE C2021
NAVOJOA	LIC. JÉSUS LARRAGUIBEL Artola	TARRO
		CIRNO C2008
		DON LUPE C2020
		NOROESTE C2021
SEMAY-NAVOJOA	SITIO EXPERIMENTAL	ROELY HP
		BORLAUG 100
		CIANO M2018
		BW 4
		CHIPAK
		SR50
		CIRNO C2008
		DON LUPE C2020
		NOROESTE C2021
		ROELY HP
CENEB	CAMPO EXPERIMENTAL NORMAN E. BORLAUG	TARRO
		STOT
		DW 13
		BORLAUG 100
		CIANO M2018
		BW 4
		CHIPAK
		SR 50
		CIRNO C2008
		DON LUPE C2020
FUERTE MAYO		NOROESTE C2021
		ROELY HP
		DON LUPE C2020
		CIANO M2018
		BORLAUG 100

a). EN PARCELAS DE VALIDACIÓN.

En el Cuadro 2, se muestran las variables proteína en grano (PG), peso hectolítrico (PH) y panza blanca % (PB), promedio de todas las localidades, donde destaca que la variedad Roely HP con un promedio de 12.46 % mostró el más alto contenido de PG, y el valor más bajo lo presentó la variedad




Don Lupe C2020 con 10.82%. Entre los genotipos harineros, la línea experimental SR 50 destaca con el más alto valor de proteína con 11.95%, aunque se evaluó en solo dos localidades. El PH osciló entre 76.0 a 83.72 Kg hL⁻¹, con los genotipos SR50 y Roely HP respectivamente. Mientras que el contenido de PB, la variedad Don Lupe C2020 con 30.8% mostró ser de las variedades más sensibles a esta condición, seguida de Noroeste C2021 con 15.2%. Entre las variedades harineras, Borlaug 100 presentó el más alto contenido de PB con 13.8%.

Cuadro 2. Proteína, Peso hectolítrico y Panza Blanca, en parcelas de validación. Ciclo 2022-23

VARIEDAD	PROTEÍNA	PESO HECTOLÍTRICO	PANZA BLANCA
BORLAUG 100	11.73	79.98	13.8
BW-4	11.65	79.20	1.0
CHIPAK	11.51	78.10	0.5
CIANO M2018	11.74	80.46	1.0
CIRNO C2008	11.39	82.78	3.3
DON LUPE C2020	10.82	80.93	30.8
DW-13	11.06	81.90	2.5
NOROESTE C2021	11.20	83.05	15.2
ROELY HP	12.46	83.72	0.4
SR-50	11.95	76.00	0.0
STOT	10.98	83.05	5.5
TARRO	11.49	80.03	0.3
Total general	11.50	81.20	8.1

Las líneas experimentales SR 50, Roely HP y TARRO, destacan por su bajo o nulo contenido de Panza blanca.

En el Cuadro 3, se presentan los valores de peso de mil granos, presencia de punta negra % (PN), y valor b* del Minolta, mismo que se refiere a la intensidad del color amarillo en sémola del trigo duro y en harina en trigo harinero. Con 43.6 43.9 y 43.9 43.6 g, los genotipos Roely HP y TARRO fueron genotipos con grano más chico, mientras que CIRNO C2008 y BORLAUG 100 con un peso de 54.4 y 50.3 g., fueron las variedades con grano de mayor tamaño. En presencia el contenido de punta negra, la variedad Roely HP con un valor de 4.4 % presentó el valor más alto, en el resto de los genotipos su valor osciló entre 0 y 2.2%. El valor b*, que representa el contenido de carotenoides en sémolas/harinas fluctuó entre 9.8 a 34.57, donde las variedades Don Lupe C2020, STOT y DW 13 mostraron los valores b* 34.57, 34.55 y 34.4, respectivamente. En trigos harineros, se prefieren valor b* inferiores a 11.0.

Cuadro 3. Peso de Mil granos (PMG-g), punta negra % (PN) y valor b*. Ciclo 2022-23

VARIEDAD	PMG	PN	b*
BORLAUG 100	50.3	1.7	10.3
BW-4	47.8	2	10.7
CHIPAK	46.8	0	10.9
CIANO M2018	47.9	1	11.0
CIRNO C2008	54.4	0.2	27.7
DONLUPE C2020	45.3	1.3	34.57
DW-13	48.4	0	34.4
NOROESTE C2021	46.2	2.2	29.3
ROELY HP	43.9	4.4	32.19
SR-50	44.3	0	9.8
STOT	44.1	0	34.55
TARRO	43.6	0.3	31.63

b).- En Ensayo Regional Elite de Trigo (ERET). Ciclo 2022-2023

TRIGO HARINERO

Cuadro 4.- Líneas y variedades de trigo harinero evaluadas en fechas de siembra. Ciclo O-I 2022-2023.

CRUZA	VA R	RE P 1	RE P 2	RE P 3
ONAVAS F2009	1	1	38	75
BORLAUG 100	2	9	36	67
CIANO M2018	3	13	46	70
BECARD/FRNCLN//2*BORL14	4	2	26	60
BORL14*2/3/WBLL1*2/TUKURU//CROSBILL #1	5	15	33	59
ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ	6	3	41	56
BORL14*2//KACHU/KIRITATI	9	24	42	65
SR50/3*KENYA SUNBIRD	11	6	29	53
BORL14/KASUKO	12	12	44	61
CHIBIA//PRLII/CM65531/3/FISCAL/4/DANPHE #1/5/CHIBIA//PRLII/CM65531/3/MISR 2/6/KASUKO	13	25	32	54
BORL14*2//MUNAL #1//FRANCOLIN #1/3/BORL14*2//KFA/2*KACHU	15	23	47	69
NADI#1*2/3/ATTILA*2/PBW65*2//MURGA*2/4/BORL14*2//KFA/2*KACHU	19	22	45	58
WBLL1*2/BRAMBLING//JUCHI/3/KINGBIRD #1//INQALAB 91*2/TUKURU/4/WBLL1*2/BRAMBLING//KACHU/5/KASUKO	20	18	37	52

VILLA JUAREZ F2009/SOLALA//WBLL1*2/BRAMBLING/3/PBW343*2/KUKUNA*2//FRTL/PIFED/4/B ORL14*2//KFA/2*KACHU	21	19	43	57
PBW343*2/KUKUNA//PBW343*2/KUKUNA/3/IWA 8600211//2*PBW343*2/KUKUNA/4/VALI/5/KUTZ//KFA/2*KACHU	23	10	34	68
KACHU*2/3/ND643//2*PRL/2*PASTOR/4/KACHU//KIRITATI/2*TRCH	25	5	39	71

El cuadro 5, se presenta el contenido de proteína en grano, expresado al 12.5% de humedad. Las variedades 1, 2, 3 y 25 corresponden a los testigos Onavas F2009, Borlaug 100, CIANO M2018 y Marcela F2023. En general se observa que en la cuarta fecha de siembra el promedio general fue más alto en esta variable. Con un promedio de 12.22, % de proteína en grano, la variedad Marcela F2023 superó a todos los testigos y las líneas experimentales 9, 11, 14, 17, 18 y 22 superaron a Marcela en 0.24 y 3.35%.

Cuadro 5. Proteína en grano de trigo harinero a través de fechas de siembra. Ciclo 2022-23

VARIEDAD	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	11.31	11.32	11.57	11.85	11.51
2	11.43	11.59	11.95	11.72	11.67
3	11.16	11.65	12.04	12.26	11.78
4	11.31	11.62	11.87	11.91	11.68
5	11.63	12.09	12.09	12.18	12.00
6	11.70	11.77	11.69	11.98	11.78
9	12.11	12.13	12.44	12.30	12.25
11	12.19	12.16	12.34	12.34	12.26
12	11.45	11.47	11.80	12.04	11.69
13	11.17	11.23	11.50	11.51	11.35
15	12.07	11.97	12.21	12.39	12.16
19	12.20	11.80	11.78	12.20	12.00
20	11.74	11.75	11.94	12.14	11.89
21	12.01	11.84	12.12	12.23	12.05
23	12.05	12.19	11.96	12.26	12.12
25	11.99	12.16	12.35	12.37	12.22
	11.72	11.79	11.98	12.10	11.90

El peso de mil granos (g). El peso de mil granos es una variable importante en los programas de mejoramiento genético de trigo, pues permite evaluar la interacción de los genotipos con el ambiente. El análisis se realiza en 10 gramos de cada muestra. En la primera y tercera fecha de

siembra se obtuvieron los valores más altos con 50.8 y 51.1 g, respectivamente. Mientras que los valores más bajos se presentaron en la segunda y cuarta fecha de siembra con valores promedio de 48.8 y 47.8 g. Entre variedades comerciales, Marcela F2023, con 46.2 g resultó ser variedad con grano más pequeño, seguida por CIANO M2018, que promedió 47.1 g, respectivamente. Solamente las líneas experimentales 13, 19, 20, y 23 superaron el PMG del mejor testigo de esta variable (Onavas F2009) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Peso de mil granos en trigo harinero procedentes del ensayo regional. Ciclo 2022-23

VAR	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	53.4	50.0	51.6	49.2	51.0
2	51.3	48.7	52.4	47.6	50.0
3	47.8	47.1	47.2	46.2	47.1
4	49.2	44.9	48.5	45.1	46.9
5	43.6	43.6	45.4	45.4	44.5
6	48.4	48.3	48.8	47.2	48.2
9	51.0	49.4	53.6	47.4	50.4
11	49.2	46.1	49.2	46.4	47.7
12	52.5	50.1	50.3	48.7	50.4
13	56.1	54.3	53.3	51.5	53.8
15	50.6	47.6	57.2	44.7	50.0
19	55.0	54.0	54.8	51.3	53.8
20	54.2	52.5	54.8	52.7	53.6
21	50.1	48.2	49.5	45.7	48.4
23	53.8	51.4	53.8	51.0	52.5
25	46.3	45.4	48.2	44.9	46.2
	50.8	48.8	51.1	47.8	49.6

Panza Blanca (%) (PB). - La variable PB se presenta en el Cuadro 7, donde se muestra que la variedad Onavas F2009, promedió los valores más altos, con 14.3%. La variedad CIANO M2018 fue el testigo que con 0.5% presentó el más bajo nivel de PB. La tercera y cuarta fecha de siembra arrojaron los niveles de PB más bajos con 1.0 y 1.5%, respectivamente






Cuadro 7. Panza Blanca en trigo harinero, procedente del Ensayo Regional. Ciclo 2022-23

	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	17.1	26.0	1.8	12.1	14.3
2	1.5	2.9	0.0	2.3	1.7
3	0.6	0.6	0.5	0.3	0.5
4	1.3	1.3	0.5	0.4	0.9
5	1.3	0.7	0.9	0.2	0.8
6	1.8	3.2	0.5	1.3	1.7
9	0.9	0.0	1.2	0.9	0.8
11	0.0	0.5	0.5	0.0	0.2
12	1.2	1.5	1.0	0.0	0.9
13	0.6	0.2	0.2	0.0	0.2
15	0.0	0.2	0.4	0.9	0.4
19	1.5	0.9	0.0	1.7	1.0
20	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1
21	2.8	0.3	1.5	0.9	1.4
23	3.6	4.2	6.1	1.7	3.9
25	1.7	0.2	1.3	1.5	1.2
promedio	2.2	2.6	1.0	1.5	1.8

Punta negra (%) PN. La presencia de la PN ocasionada por el ataque del hongo *Alternaria* en el grano de trigo (Cuadro 8) ocasiona descuentos en las cosechas de los productores, por lo tanto, es una variable que se estima para seleccionar materiales ya que su presencia también se debe a factores genéticos, siempre que las condiciones ambientales sean favorables para su desarrollo. Se ha identificado a la variedad Borlaug 100 como la variedad comercial más susceptible a esta variable, y aunque los valores que se presentaron en el presente ciclo no representan un problema en la comercialización, si podemos observar que los genotipos 13, 19, 20, y 23 superan a Borlaug 100.

Cuadro 8. Punta negra en trigo harinero. Ciclo 2022-23

VAR	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	2.0	0.5	0.0	1.0	0.9
2	5.6	0.7	0.5	0.3	1.8
3	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1
4	2.3	0.0	0.3	0.0	0.7
5	1.6	0.0	0.0	0.3	0.5
6	0.8	0.5	1.1	0.3	0.7

Handwritten signature

Handwritten signature

9	2.9	0.7	1.1	0.2	1.2
11	2.2	0.2	1.0	0.2	0.9
12	2.3	0.3	1.2	0.3	1.0
13	5.9	1.4	1.1	0.0	2.1
15	3.3	0.0	0.2	0.5	1.0
19	14.9	1.3	0.4	0.5	4.3
20	3.6	1.1	4.2	0.4	2.3
21	2.0	0.3	0.7	0.0	0.8
23	11.9	1.9	2.8	0.3	4.3
25	0.8	0.3	0.8	0.3	0.5
promedio	3.8	0.5	1.0	0.2	1.4

Volumen de pan (cc) VP.- El volumen de pan que se muestra en el Cuadro 9, es la última prueba que se realiza a los trigos harineros, se busca que el producto tenga buen volumen, superior a 800 cc, con miga suave y que no presente alveolos grandes. Es una prueba muy subjetiva, que requiere que sus valores sean acompañados de otros parámetros como: la fuerza de gluten, elasticidad, tenacidad, etc. En general se presentaron excelentes valores de pan, solamente el genotipo 6 superó a Marcela F2023.

Cuadro 9. Volumen de pan en trigo harinero. Ciclo 2022-2023

VAR	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	865	883	877	833	865
2	825	860	877	855	854
3	872	865	930	953	905
4	862	888	913	913	894
5	853	878	903	915	888
6	937	952	990	962	960
9	912	947	903	893	914
11	855	863	923	905	887
12	897	848	905	898	887
13	885	852	832	925	873
15	903	870	902	938	903
19	933	852	915	908	902
20	833	865	888	873	865
21	848	902	927	905	895
23	905	910	928	888	908
25	980	922	922	933	939
promedio	885	885	908	906	896




Fuerza de gluten jous (FG). Se determinó FG a las variedades comerciales y a la variedad candidata a ser liberada por su alto potencial de rendimiento. En el Cuadro 10, destaca que la variedad Marcela F2023 reafirma ser de gluten fuerte, mientras que Borlaug 100, CIANO M2018 y la línea candidata se comportaron como variedades de gluten medio, de excelente calidad dentro de su grupo.

Cuadro 10. Fuerza de gluten en variedades comerciales de trigo harinero. Ciclo 2022-2023

FECHA DE SIEMBRA	P	L	G	W	P/L	P/G
1 MARCELA F2023	84	109	23.2	309	0.77	3.62
2 MARCELA F2023	80	102	22.4	296	0.78	3.57
3 MARCELA F2023	94	104	22.6	339	0.9	4.16
4 MARCELA F2023	91	97	21.9	341	0.94	4.16
1 ONAVAS F2009	85	113	23.6	291	0.75	3.60
2 ONAVAS F2009	72	117	24	272	0.62	3.00
3 ONAVAS F2009	90	88	20.8	262	1.02	4.33
4 ONAVAS F2009	96	82	20.1	287	1.17	4.78
1 BORLAUG 100	79	115	23.8	245	0.69	3.32
2 BORLAUG 100	72	110	23.3	228	0.65	3.09
3 BORLAUG 100	73	111	23.4	210	0.66	3.12
4 BORLAUG 100	87	102	22.4	278	0.85	3.88
1 CIANO M2018	103	81	20	261	1.27	5.15
2 CIANO M2018	76	94	21.5	217	0.81	3.53
3 CIANO M2018	87	111	23.4	267	0.78	3.72
4 CIANO M2018	95	100	22.2	296	0.95	4.28
1	4	79	109	23.2	0.72	3.41
2	4	77	89	20.9	0.87	3.68
3	4	87	98	22	0.89	3.95
4	4	88	81	20	1.09	4.40




TRIGO DURO O CRISTALINO

**Cuadro 11.- Líneas y variedades de trigo duro evaluadas en fechas de siembra.
Ciclo O-I 2022-2023.**

VAR	CRUZA
1	CIRNO C2008
2	CENEB ORO C2017
3	DON LUPE C2020
4	NOROESTE C2021
5	AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/SOMBRA_20/4/SNITAN/5/SOMAT_4/INTER_8/6/GUAYACAN INIA/POMA_2//SNITAN/7//SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3//SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYOI/4//SOOTY_9/RASCON_37//SOMAT_3.1/3//SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/8//SOOTY_9/RA (ROELY HP)
6	CALERO/7/HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/SOOTY_9/RASCON_37/6/LIRO_3/LOTAIL_6/4/MUSK_4/ 3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/SOMAT_4//INTER_8/8//SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3//SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO
7	STOT//ALTAR 84/ALD/3/PATKA_7/YAZI_1/4/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/5//SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/6/BAROYECA ORO C2013/7//WID22202/4//SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/5/CF4-JS 21//TECA96/TILO_1
8	TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/4/CANELO_8//SORA/2*PLATA_12/5/CBC 501 CHILE/GUANAY/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/7/ALTAR 84/BINTEPE 85/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRIKSE_12/SNITAN/6//SOOTY_9/RASCON_
9	P91.272.3.1/3*MEXI75//2*JUPARE C 2001/11/BOOMER_33/ZAR/3/BRAK_2/AJAIA_2//SOLGA_8/10/PLATA_10/6/MQUE/4//USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/STR/4/JO69/3/JO69/CRA//CIT71/5/ALTAR 84/
10	SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/5/GREEN/SOMO/3/GODRIN/GUTROS//DUKEM/4/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/6/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/7/ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_4/INTER_8/6/BCRIS/
11	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7//ILBOR_1//SOMAT_3/6//SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3//SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYOI/7/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/6/AJAIA_12/F3LOCA
12	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7//ILBOR_1//SOMAT_3/7/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/6/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT 71/CII/5/
13	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7//ILBOR_1//SOMAT_3/12/ARTICO /AJAIA_3//HUALITA/10/PLATA_10/6/MQUE/4//USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/P
14	SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/7/CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON_37/6/1A.1D 5+1- 06/3*MOJO/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKN EE_11/5/YAV79/BAR
15	ICAKASSEM2/12/TAHIA_1/11/PLATA_10/6/MQUE/4//USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA- D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/RAFI97/9/MALMUK_1/SERRATOR_1/10/BARNACLA_4/13/ZAKA/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.13 5.85)//PLATA_13/4//SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/5/TADIZ/PAGA_4
16	Ude/3/SIMETO/OUET_3//MARA_1/BARNACLA_1/8/HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/2*SOOTY_9/RA SCON_37/6/ZAMP_2/GUANAY/5/NETTA_4/DUKEM_12//RASCON_19/3/SORA/2*PLATA_12/4/GREEN_18/FOCHA_1//AIRON_1/7/IA LTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14/

17	GEROMTEL-3/8/STOT//ALTAR 84/ALD/3/THB/CEP7780//2*MUSK_4/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR 84/4/AJAJA_2/5/KJOVE_1/7/RASCON_37/2*TARRO_2/4/ROK/FGO//STIL/3/BISU_1/5/MALMUK_1/SERRATOR_1/9/ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUAYACAN/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_4//IN
18	YAV79/PAGA_8/4/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/3/AJAJA_3/SILVER_16/5/C F4 20 S/CALAMON_2/3/CANELO_9.1//SHAKE_3/2*AJAJA_2/6/ALAMO:DR/BARNACLA_9//MBUT_2/7/MOHAWK/AYS_1/4/RCEE_2/CMO S_3/3/GUAYACAN INIA/GUAYACAN//FUMA_5
19	GEROMTEL-3/3/AJAJA/LOTUS_4//ZAMP_8/6/TAHIA_1/4/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/3/PNIO_4/5/IHWIR/3/AJAJA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/AVILLO_1/SNITAN/8/SILVER_14/MOEWE//BISU_1/PATKA_3/3/PORRON_4/YUAN_1/4/PAGA_6/5/TARRO_1/2*YUAN_1//AJAJA_1
20	C F4 20 S/CALAMON_2/3/CANELO_9.1//SHAKE_3/2*AJAJA_2/4/MOHAWK/TEJE_3/5/GUAYACAN INIA/2*SNITAN/3/SOMAT_3/GREEN_22//2*RASCON_37/2*TARRO_2/8/HUBE//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_3 7/4/2*SOOTY_9/RASCON_37/6/ZAMP_2/GUAYACAN/5/NETTA_4/4/2*DUKEM_12//RASCON_1
21	C F4 20 S/CALAMON_2/3/CANELO_9.1//SHAKE_3/2*AJAJA_2/4/KOFA/TEJE_3/8/HUATABAMPO ORO C2009/5/SHEWA 28/GDO//ZHONG ZUO/2*GREEN_3/3/BOOMER_18/LOTUS_4/4/BARNACLA_9/7/ALTAR 84/BINTEPE 85/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRIKSE_12/SNITAN/6/SOOTY_9/R
22	C F4 20 S/CALAMON_2/3/CANELO_9.1//SHAKE_3/2*AJAJA_2/7/BRAS_6/5/TARRO_1/TISOMA_2//TARRO_1/3/COMB DUCK_2/ALAS//4*COMB DUCK_2/4/SHAG_9/BUTO_17/6/PIQUIRROJO_1/5/TARRO_1/TISOMA_2//TARRO_1/3/COMB DUCK_2/ALAS//4*COMB DUCK_2/4/SHAG_9/BUTO_17/8/MOHAWK/TEJE_3/
23	AURORA_AUS/7/2*SOMAT_4//INTER_8/5/AJAJA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/6/FUMA_3/BNAK_2
24	ICAGHRAM/6/GERUFTEL-1/BELLAROI//5/ZAKA/3/AJAJA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/8/ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUAYACAN/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_4//INTER_8/6/STORLOM/3/RASCON_37/TARRO_2//RAS CON_37/4/KIRKI_1/H
25	AURORA_AUS/5/GEROMTEL-3/3/CIER_2/PNIO_4//GAUK_5/4/RCEE_2/CMOS_3/3/GUAYACAN INIA/GUAYACAN//FUMA_5/7/D95223/HUATABAMPO ORO C2009/6/ZAMP_2/GUAYACAN/5/NETTA_4/4/2*DUKEM_12//RASCON_19/3/SORA/2*PLATA_12/4/GREEN_18/FOCHA_1//AIRON_1
26	AURORA_AUS/7/GEROMTEL-3/CIRNO C 2008/6/ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUAYACAN/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_4//INTER_8/8/PLANETA/PIQUERO//BERGAND/KNIPA/6/C ALAMON_4/5/2*NETTA_4/4/2*DUKEM_12//RASCON_19/3/SORA/2*PLATA_12/4/GREEN_18/FOCHA_1//AIRON_1/7/ALTAR 84/S
27	HYPERNO//7/BYBLOS/5/PHON/4/VRKS_3/3/AJAJA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/6/GUAYACAN INIA/GUAYACAN//PORRON_4/BEJAH_7/3/VANRRIKSE_12/SNITAN/8/RCEE_2/CMOS_3/3/GUAYACAN INIA/GUAYACAN//FUMA_5/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7//ILBOR_1
28	MARGHERITA/7/BYBLOS/5/PHON/4/VRKS_3/3/AJAJA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/6/GUAYACAN INIA/GUAYACAN//PORRON_4/BEJAH_7/3/VANRRIKSE_12/SNITAN/8/GEROMTEL-3/3/CIER_2/PNIO_4//GAUK_5/4/RCEE_2/CMOS_3/3/GUAYACAN INIA/GUAYACAN//FUMA_5
29	MARGHERITA/4/GHAT_4//MEUX/PNIO_1/3/TADIZ/PAGA_4/5/CHAM_1/3/MOHAWK/RADO_7//BARNACLA_7/4/C F4 20 S/CALAMON_2/3/CANELO_9.1//SHAKE_3/2*AJAJA_2
30	ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUAYACAN/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/GUAYACAN INIA/YEBAS_8/3/TPDY_18/FOCHA_1//ALTAR 84/10/SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/8/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALLA*2/7/EUDO//CHEN_1/TEZ/3/TANTLO_1 /5/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/

Proteína en grano (%) (PG). El contenido de proteína en grano es uno de los parámetros más importantes en la comercialización del trigo cristalino. En el Cuadro 12, se presentan los valores de proteína en grano expresado al 12.5% de humedad, donde se observa que con un promedio de 12.3% en la cuarta fecha de siembra se obtuvo los más altos contenidos de PG y entre variedades con un promedio general de 12.95% la variedad 5 (Roely HP) superó a todos los genotipos. Entre las variedades comerciales, CIRNO C2008, con 12.13 % muestra ser superior a CENEB ORO C2017, Don Lupe C2020 y Noroeste C2021. Los genotipos 5, 10, 12, 25, 27 y 28 superaron a CIRNO C2008 y los valores oscilaron entre 12.20 y 12.95 %.

Cuadro 12. Proteína en grano de trigo duro. Ciclo 2022-23

VARIEDAD	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	12.10	11.79	11.86	12.75	12.13
2	11.76	11.53	11.36	11.51	11.54
3	11.65	11.47	11.38	11.93	11.61
4	11.76	11.62	11.46	12.19	11.76
5	13.17	13.10	12.44	13.09	12.95
6	12.03	11.91	11.65	12.22	11.95
7	11.82	11.67	11.35	12.04	11.72
8	11.60	11.40	11.33	12.18	11.63
9	11.74	11.73	11.72	11.93	11.78
10	12.69	12.18	12.31	12.58	12.44
11	11.90	11.57	11.35	12.36	11.80
12	12.37	12.21	12.10	12.49	12.29
13	11.96	11.51	11.57	11.79	11.71
14	11.70	11.35	11.35	11.83	11.56
15	12.18	11.84	11.76	12.07	11.96
16	11.94	11.51	11.88	11.73	11.77
17	8.91	12.20	11.95	12.26	11.33
18	11.92	11.97	11.88	12.37	12.04
19	12.30	11.90	12.06	12.10	12.09
20	11.99	11.69	11.88	12.30	11.97
21	11.84	11.81	11.63	12.29	11.89
22	11.56	11.59	11.41	11.73	11.57
23	12.26	11.74	12.10	12.27	12.09
24	12.40	11.99	11.99	11.78	12.04
25	12.50	12.23	12.14	12.51	12.34
26	11.76	11.23	11.11	11.75	11.46
27	12.67	12.28	11.80	12.02	12.20
28	12.87	13.00	12.34	12.73	12.74
29	12.05	11.74	11.37	11.61	11.69
30	11.38	11.23	11.10	11.37	11.27
Promedio	11.96	11.83	11.72	12.13	11.91




Peso de mil granos (PMG). El PMG, es una variable importante desde el punto de vista industrial y agronómico, este último principalmente en el noroeste de México. Un tamaño de grano grande y redondeado los industriales lo relacionan con extracción semolera. El mejor testigo por esta variable es la variedad CIRNO C2008. Los genotipos 11, 13, 15, 20, 24, 25, 27, 28, 29 y 30 superaron a CIRNO C2008. Con un peso promedio general de 50.52 g, la primera FS mostró valores más altos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Peso de mil granos en trigo duro. Ciclo 2022-23

VAR	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	51.73	49.93	51.89	46.34	49.97
2	46.95	46.49	47.10	40.03	45.14
3	48.87	44.73	46.50	41.19	45.32
4	46.59	43.95	46.17	42.68	44.85
5	45.07	44.50	42.98	39.12	42.92
6	48.79	47.55	51.46	43.87	47.92
7	47.58	46.19	48.48	43.16	46.36
8	47.10	42.63	48.39	41.58	44.92
9	53.01	48.74	48.98	45.91	49.16
10	52.20	49.21	48.87	46.26	49.13
11	54.35	51.91	50.51	45.05	50.45
12	50.60	48.74	46.95	44.06	47.59
13	57.48	52.39	51.58	47.66	52.28
14	48.20	46.96	47.28	42.73	46.29
15	56.76	55.74	56.41	48.78	54.42
16	47.03	46.85	45.00	41.52	45.10
17	51.13	48.23	51.64	46.59	49.40
18	43.68	44.12	44.71	43.93	44.11
19	47.75	47.74	48.55	42.99	46.76
20	57.20	50.50	57.92	54.06	54.92
21	47.06	45.56	45.41	44.16	45.55
22	49.76	47.19	49.05	46.30	48.07
23	45.60	42.07	45.44	40.98	43.52
24	53.05	50.60	52.23	45.73	50.40
25	54.27	53.86	55.46	49.59	53.30
26	42.26	43.08	43.89	38.56	41.95
27	52.58	52.46	51.23	44.56	50.21
28	52.82	53.00	51.76	47.61	51.30
29	56.72	54.77	51.65	48.86	53.00
30	59.54	52.09	54.65	46.29	53.14
Promedio	50.52	48.39	49.40	44.67	48.25






Panza Blanca (%) PB. -En parcelas experimentales es difícil apreciar cuando una variedad es susceptible a PB, principalmente por el manejo agronómico que se da. Sin embargo, se ha identificado a la variedad Don Lupe C2020 sensible a esta condición. La presencia de panza blanca en la variedad Don Lupe C2020, se debe principalmente a su bajo contenido de proteína en grano y también a su potencial de rendimiento. En este sentido se recomienda especial atención a los genotipos 29 y 30, dado a que los valores de PB promedian 3.6 y 7.3% respectivamente, mientras que Don Lupe C2020 promedió 3.6 %

Cuadro 14. Panza blanca en granos en trigo duro. Ciclo 2022-23

VAR	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	0.9	0.2	0.0	0.1	0.3
2	2.3	1.4	0.0	2.2	1.5
3	5.1	5.6	1.3	2.5	3.6
4	2.9	3.8	0.2	0.1	1.8
5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1
6	2.7	0.6	0.5	2.3	1.5
7	2.1	0.3	1.0	1.0	1.1
8	0.8	0.3	0.3	0.0	0.3
9	1.1	0.7	0.0	0.3	0.5
10	0.2	0.5	0.0	1.6	0.6
11	0.5	0.5	0.0	0.0	0.3
12	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1
13	2.3	0.9	1.0	1.2	1.4
14	2.7	3.6	0.8	2.2	2.3
15	2.6	2.9	1.7	2.8	2.5
16	1.4	1.1	0.0	1.8	1.1
17	0.2	0.2	0.9	0.6	0.5
18	1.9	1.8	2.4	1.2	1.8
19	1.0	0.0	0.6	0.4	0.5
20	0.0	0.5	0.0	1.3	0.5
21	0.5	0.6	0.1	0.6	0.4
22	3.7	3.1	0.0	0.9	1.9
23	0.9	2.8	1.1	0.3	1.3
24	0.2	1.5	0.2	1.3	0.8
25	0.4	0.4	0.0	0.3	0.3
26	1.7	2.2	0.9	1.9	1.7
27	0.9	1.9	3.8	2.3	2.2
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	2.2	7.2	4.2	1.0	3.6
30	8.3	8.7	7.8	4.2	7.3
Promedio	1.7	1.8	1.0	1.1	1.4

Color en semola (Valor b*). - Todos los genotipos mejoran el valor de B* de CIRNO C2008, Don Lupe C2020 y CENEB ORO C2017 fueron los testigos que resultaron con el más alto valor b* con 33.23 y 34.1 b*. Las líneas experimentales que superan su valor son: 14, 23, 24 y 25. Sin embargo valores superiores a 28.0 b* se consideran adecuadas para esta variable.

Cuadro 15. Valor b* en semola en trigo duro. Ciclo 2022-23

VAR	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	25.63	26.30	25.16	24.37	25.37
2	33.00	34.15	34.25	35.02	34.10
3	32.76	33.23	33.64	33.28	33.23
4	26.78	28.93	27.83	27.43	27.74
5	29.69	31.45	31.70	31.95	31.20
6	31.10	30.47	31.37	33.44	31.60
7	32.26	32.71	31.46	30.51	31.73
8	29.71	30.64	29.32	28.52	29.54
9	29.53	31.25	31.99	32.15	31.23
10	31.65	32.37	32.01	31.43	31.87
11	29.74	30.86	31.01	31.02	30.66
12	30.42	31.70	32.31	32.70	31.78
13	31.35	32.45	33.22	33.16	32.55
14	32.58	34.59	35.81	31.11	33.52
15	28.69	29.08	29.27	28.62	28.92
16	28.13	29.47	30.65	29.29	29.39
17	30.13	30.57	30.12	31.79	30.65
18	31.06	30.88	30.93	32.48	31.34
19	29.81	30.22	31.31	30.51	30.46
20	30.24	31.35	31.61	29.76	30.74
21	32.19	32.43	32.39	32.32	32.33
22	29.75	30.60	27.82	29.57	29.44
23	36.43	36.93	37.24	37.71	37.08
24	31.83	32.99	34.44	35.19	33.61
25	32.85	33.86	33.72	34.61	33.76
26	30.33	32.21	31.21	34.56	32.08
27	27.58	28.07	28.67	28.41	28.18

28	26.79	28.36	28.40	27.82	27.84
29	27.91	28.28	29.03	30.64	28.97
30	31.39	32.61	27.23	34.32	31.39
Promedio	30.38	31.30	31.17	31.46	31.08

6.- Conclusión general del proyecto en parcelas de validación:

Entre las variedades evaluadas Roely HP obtuvo el mayor contenido de proteína, con niveles de color que la caracterizan como una variedad oro, por lo tanto, se considera una variedad muy competitiva; sin embargo, por su menor tamaño de semilla el productor debe ajustar el manejo agronómico. Don Lupe C2020, es una variedad oro, de bajo contenido de proteína y probablemente esa sea la razón de su alto contenido de panza blanca más que su potencial de rendimiento. Noroeste C2021, durante este ciclo mostró altos niveles de valor b*, posiblemente sea porque durante el ciclo 2022-2023, el trigo se manejó con tres riegos de auxilio en las parcelas de validación. Entre las líneas experimentales candidatas a ser liberadas STOT y TARRO, ambas muestran ser de calidad oro por su alto contenido de color, pero TARRO muestra mejor contenido de proteína en grano y menor contenido de panza blanca. En parcelas experimentales STOT mostró ligera ventaja en proteína, pero con más alto contenido de panza blanca.

FIRMAS



M.C. Edgar Adalberto Cubedo Ruíz
Jefe de Campo del CENEB-INIFAP



M.C. Gabriela Chávez Villalba
Responsable del Proyecto