

## Rendimiento forrajero, grano y calidad del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) tipo Desi

Desi-type chickenpea (*Cicer arietinum* L.) forage yield, grain and quality

R. Avalos-Castro<sup>1</sup>, R. Ramírez-Orduña<sup>2\*</sup>, E. Gutierrez-Perez<sup>1</sup>, C.M. Melgoza-Villagómez<sup>1</sup>, J.A. Acosta-Gallegos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). CIRNO-C.E. Todos Santos. La Paz, Baja California Sur.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencia Animal y Conservación del Hábitat, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México.

### RESUMEN

Debido a la importancia que tiene el garbanzo tipo *Desi*, en ciertas zonas de México, como alimento para el ganado, la investigación se realizó con el objetivo de evaluar e identificar genotipos sobresalientes en la producción de forraje, grano y calidad nutricional. Para ello, se utilizaron cinco genotipos de garbanzo; cuatro del INIFAP y uno del ICRISAT. Los ensayos de campo se establecieron durante los ciclos agrícolas de otoño-invierno del 2018 - 2019 y 2019 - 2020 de acuerdo con un diseño de bloques completos al azar. Los cinco genotipos mostraron similar rendimiento de grano (3.48 – 3.87 t ha<sup>-1</sup>); la variedad El Patrón presentó el mayor rendimiento biológico (14.21 t ha<sup>-1</sup>), de esquilmos (10.73 t ha<sup>-1</sup>) y mayor capacidad de unidades animal por alimentar. El grano de la variedad San Antonio 05 presentó el más alto contenido de proteína (24.04 %) y la línea experimental ICC-1273, el más bajo (21.55 %). El análisis de preferencia mostró que el genotipo ICC-1273 fue el de mayor calidad nutricional. Todos los genotipos mostraron un contenido importante de minerales, siendo el K<sup>+</sup> (1.35 a 1.44 %) el de mayor concentración.

**Palabras clave:** *Cicer arietinum*, rumiantes, alimentación.

### ABSTRACT

Due to the importance of the *Desi* type chickpea in certain areas of Mexico, as food for cattle, the research was carried out with the objective of evaluate and identify outstanding genotypes to produce forage, grain and nutritional quality, from five chickpea genotypes, four from INIFAP and one from ICRISAT. Field trials were established during the 2018 – 2019 and 2019 – 2020 fall-winter agricultural cycles according to a fully randomized block design. The five genotypes showed similar grain yield (3.48 – 3.87 t ha<sup>-1</sup>); the variety El Patron presented the highest biological yield (14.21 t ha<sup>-1</sup>), waste yield (10.73 t ha<sup>-1</sup>) and the highest capacity of animal units to feed. The grain of the San Antonio 05 variety presented the highest protein content (24.04 %) and the experimental line ICC-1273, the lowest (21.55 %). The preference analysis showed that the ICC-1273 genotype was the one with the highest nutritional quality. All genotypes showed an

important content of minerals, being K<sup>+</sup> (1.35 to 1.44 %) the one with the highest concentration

**Key words:** *Cicer arietinum*, Cattle, feed.

### INTRODUCCIÓN

La mayoría de los garbanzos que se siembran en el mundo se producen para el consumo humano (Echevarría-Hernández *et al.*, 2021); en la ganadería, por su importante aporte de proteína y energía, se han utilizado en dietas de animales con el fin de apoyar la producción de leche, carne y huevo; su paja se puede utilizar como alimento para rumiantes (Bampidis y Christodoulou, 2011). Además, su uso permite reducir la compra de alimentos balanceados de alto costo (Soltero-Díaz *et al.*, 2008), por lo que, el conocimiento de su rendimiento y contenido de nutrientes se vuelve importante.

Según la distribución geográfica y color de la semilla, el garbanzo se agrupa en dos tipos, el *Kabuli* que tiene como origen el mediterráneo y Medio Oriente, de grano color blanco a crema y se utiliza principalmente para consumo humano; el tipo *Desi*, que es de origen indú (Chavan *et al.*, 1989), su semilla puede ser de color marrón, marrón claro, leonado, amarillo, naranja, negro o verde; siendo, este último, utilizado en México exclusivamente como alimento para animales.

En algunas zonas de México, específicamente en los estados de Jalisco y Michoacán, la producción de garbanzo *Desi* se realiza en clima subtropical subhúmedo, tanto en condiciones de riego y humedad residual, resaltando que en estas zonas el garbanzo forrajero tiene una gran demanda como alimento molido para el ganado (planta y grano). En condiciones semiáridas se ha observado que se adapta bien con algunas variedades de riego que producen hasta 3.5 t ha<sup>-1</sup> de semilla en la siembra de otoño (Iliadis, 2001). A pesar de su importancia en la alimentación del ganado, los estudios existentes en México se basan en la evaluación del rendimiento y contenido de proteína en cuanto a la calidad nutritiva. Por otra parte, el análisis factorial y el de componentes principales son herramientas útiles para determinar la estructura de las correlaciones entre un gran número de variables a través de la definición de conjuntos de variables altamente interrelacionadas (Salako, 2006). Los procedimientos de análisis de

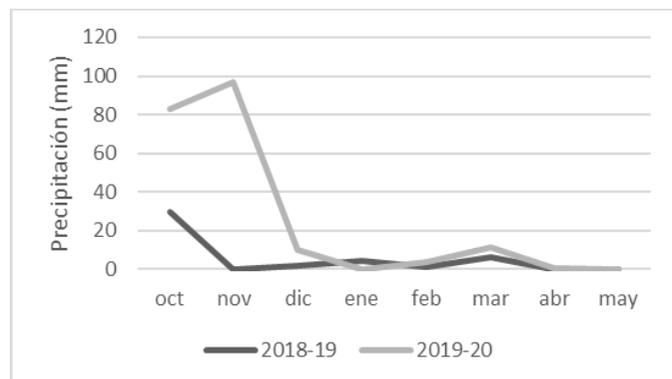
componentes principales y de conglomerados, han resultado ser eficientes para evaluar la diversidad genética de los rasgos agro-morfológicos en garbanzos (Gupta *et al.*, 2011; Kayan y Adak, 2012; Parameshwarappa *et al.*, 2011). Así, estudios que integren características que evalúen el aporte de las diferentes fracciones nutritivas y rendimiento, con técnicas de análisis de componentes principales, pueden apoyar la selección de genotipos sobresalientes en producción animal.

Con la intención de incrementar la información existente sobre el garbanzo forrajero (tipo *Desi*) en México, se realizó el presente estudio con el objetivo evaluar e identificar genotipos sobresalientes en la producción de forraje, grano y calidad nutrimental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se realizó en el Sitio Experimental Valle de Santo Domingo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias localizado a 25° 00' 36" N, 111° 39' 49" O y 48.3 m de altitud, en el municipio de Comondú, Baja California Sur, México. El clima es muy seco, la precipitación media anual es de 200 mm y la temperatura promedio de 22 °C (CONAGUA, 2018). El comportamiento de la precipitación durante los ciclos de estudio se muestra en la Figura 1. En general, los suelos son pobres (0.4 - 0.9 mg kg<sup>-1</sup>) en nitrógeno (N<sup>3-</sup>) total y potasio (K<sup>+</sup>, 9.9 - 28.7 mg kg<sup>-1</sup>), pero ricos en fósforo (P<sup>5+</sup>, 0.9 a 12 mg kg<sup>-1</sup>); predominan valores de pH alcalinos (7.7 - 8.8) y conductividad eléctrica de 1.27 dS m<sup>-1</sup> (Mancera, 2011; López *et al.*, 2013).



**Figura 1.** Precipitación promedio en el municipio de Comondú, Baja California Sur, México, durante los ciclos agrícolas 2018 - 2019 y 2019 - 2020.  
**Figure 1.** Average rainfall at the Comondu municipality, Baja California Sur, Mexico, during the 2018 - 2019 and 2019 - 2020 agricultural cycles.

### Análisis de características productivas

Se evaluaron los genotipos de garbanzo tipo *Desi* El Patrón, Lerma, Pénjamo, San Antonio 05 procedentes del Campo Experimental El Bajío, en Celaya, Guanajuato y la línea ICC-1273 procedente del ICRISAT, en India. La siembra se realizó en los ciclos agrícolas de otoño - invierno 2018 - 2019 y 2019 - 2020. El diseño utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. La superficie de cada bloque fue de 120 m<sup>2</sup>, donde cada genotipo se distribuyó de forma

aleatoria en parcelas de 24 m<sup>2</sup>. La superficie total fue de 360 m<sup>2</sup>. La siembra se realizó de forma manual a una densidad de 15 semillas por m lineal y separación de 80 cm entre surcos.

El control de maleza se realizó con oxifluorfen a dosis de 240 g de i. a. ha<sup>-1</sup> en presiembra e incorporado al momento del riego. La semilla se trató con carboxim + tiram a dosis de 80 g por cada 100 kg. Los riegos se aplicaron con cinta de goteo calibre seis milésimas y goteros separados a 20 cm, con una presión estimada de 11 psi. La lámina de riego total fue de 35 cm. Se fertilizó con la dosis 120 - 70 - 00 (NPK) con las fuentes de UAN 32° y ácido fosfórico. El N se fraccionó en partes iguales y se aplicó a los 15, 30 y 50 d después de la siembra; el P, a los 15 d después de la siembra. A los 130 d después de la siembra se tomaron muestras por tratamiento de una superficie de 4.8 m<sup>2</sup>, las plantas se cortaron a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo, en estas se determinó el rendimiento biológico de forraje (RB), que corresponde a la materia seca total producida por la planta al final del ciclo, como momento máximo de producción vegetativa y que incluye los tallos, hojas y grano en su capsula, el rendimiento de grano (RG), que corresponde a los granos o semillas obtenidas después de la trilla (sin envoltura o cascara de la vaina), y el rendimiento de esquilmos (RE) que corresponde solo a los tallos, hojas y las cascara de las vainas de los granos de garbanzo que se separan al momento de la trilla, en toneladas por hectárea (t ha<sup>-1</sup>) de materia seca (MS). La trilla y limpieza del material se realizó en forma manual. El índice de cosecha (IC) se determinó mediante la fórmula IC = (producción de grano/rendimiento biológico) \* 100 (Kohashi *et al.*, 1980). El análisis bromatológico se realizó del grano de cada genotipo. Además, para cada genotipo se estimó el número de unidades animal (UA) que pudieran ser alimentados. El cálculo se realizó con base en la propuesta del Comité Técnico Consultivo de Coeficientes de Agostadero (COTECO-CA, 1975), bajo el supuesto de que cada UA (vaca de 450 kg con cría al pie) consume 3 % de su peso vivo de forraje (MS), cantidad considerada necesaria para satisfacer necesidades alimenticias y cumplir con su función zootécnica (Gómez *et al.*, 2008).

### Análisis de características de calidad

Las muestras secas de grano se molieron en un equipo eléctrico (Wiley®) con criba de 1 mm y de la harina obtenida se tomó una submuestra para estimar la MS a una temperatura de 100 °C. Con el fin de realizar el análisis de preferencia la producción de grano de los dos ciclos de evaluación fue mezclada y analizada por su contenido de nutrientes y minerales.

### Contenido de Nutrientes

Las muestras secas de grano fueron analizadas por su contenido de nutrientes, la proporción (%) de proteína cruda (PC), por el método Kjeldahl y la grasa (EE), según lo recomendado por la AOAC (1990). La fibra detergente neutra (FDN, %), fibra detergente ácida (FDA, %) y lignina (L, %) se determinaron con base al método ANKOM (2005), siguiendo las recomendaciones hechas por Goering y Van Soest (1970).

La proteína digestible (PD, %) y proteína ligada a la fibra de tergente ácida (NIDA, %) y los carbohidratos no estructurales (CNE, %) fueron utilizados para estimar el contenido de energía neta de mantenimiento (ENm, Mcal Kg<sup>-1</sup>), energía neta de lactancia (ENL, Mcal Kg<sup>-1</sup>), y energía neta de ganancia (ENg, Mcal Kg<sup>-1</sup>), utilizando las ecuaciones del NRC (2000). El consumo de materia seca en base al porcentaje de peso corporal del animal (CMS, % PV) se calculó como 120 / (% FDN). La digestibilidad de la materia seca (DMS, % MS) se determinó como 88.9 - 0.779 \* (FDA) (Moore y Undersander, 2002)

### Contenido de Minerales

Las muestras de grano fueron analizadas por su contenido de macro y microminerales, dentro de los macrominerales, la concentración de fósforo fue estimada por colorimetría (Díaz-Romeau y Hinter, 1988), los macrominerales Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> y los microminerales Zn<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> y Fe<sup>2+</sup> fueron preparados para el análisis de minerales por el procedimiento de cenizas húmedas (HCl-HNO<sub>3</sub>) a partir de las cenizas obtenidas después de la incineración de las muestras a 550 °C por 6 h (AOAC, 1990) para ser determinados mediante espectrofotometría de absorción atómica con un espectrofotómetro Varian modelo 3000 con una flama aire/acetileno.

### Análisis de preferencia

Para el análisis de preferencia (MDPREF) se realizó con el procedimiento PRINQUAL del SAS (2014), el cual realiza análisis de componentes principales de datos cualitativos, cuantitativos y mixtos, que encuentra transformaciones lineales y no lineales de las variables, utilizando mínimos cuadrados alternos, que optimizan las propiedades de correlación o covarianza matricial de las variables transformadas (Jacinto-Pimienta *et al.*, 2016).

### Análisis estadístico

El diseño utilizado fue bloques completos al azar con arreglo factorial (5 genotipos x 2 ciclos) y tres repeticiones, a los resultados obtenidos del rendimiento biológico, de grano y esquilmos se les aplicó un análisis de varianza con el procedimiento PROC GLM y comparación de medias de tratamientos a través de las pruebas de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), y al análisis de calidad el procedimiento ANDEVA, ambos con el paquete estadístico SAS (2014).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características productivas

Se detectaron diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre los factores, ciclo de siembra y genotipo, excepto para el rendimiento de grano, con diferencia solo entre ciclos. No se observó interacción entre factores (Tabla 1). El efecto del ciclo fue mayor que el de los genotipos para el rendimiento biológico y de grano.

En el ciclo de siembra otoño-invierno 2018 - 2019 se obtuvo mayor rendimiento ( $p \leq 0.05$ ) respecto al ciclo 2019 - 2020 (Tabla 2). Con diferencias que varían de 1 a más de 2 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento y de 4 % en el índice de cosecha.

De acuerdo a los resultados de la evaluación promedio de dos ciclos, la variedad El Patrón presentó el mayor rendimiento biológico, rendimiento de esquilmos y el menor índice de cosecha; como se observó en el Tabla 1, no se encontraron diferencias para el rendimiento de grano entre genotipos. Para la cantidad de unidades animal que se pueden mantener por genotipo, tanto para el rendimiento biológico como para el de esquilmos, se observó que la variedad El Patrón y la línea ICC-1273 tienen la mayor capacidad; mientras que Lerma, la menor (Tabla 3).

**Tabla 1.** Cuadrados de la media del análisis de varianza para las variables de producción de cinco genotipos de garbanzo evaluados en los ciclos de siembra 2018 - 2019 y 2019 - 2020.

**Table 1.** Mean Squares of the analysis of variance for the production variables of five chickpea genotypes evaluated in the 2018 - 2019 and 2019 - 2020 sowing cycles.

Fuente de variación	GL	Rendimiento biológico	Rendimiento de grano	Índice de cosecha	Rendimiento de esquilmos
Genotipo	4	5.63**	0.15 ns	65.10**	7.15**
Ciclo	1	38.69**	8.62**	74.19**	10.79**
Genotipo* ciclo	4	0.04 ns	0.19 ns	14.91 ns	0.18 ns
Error	16	0.63	0.19	7.48	0.39
CV (%)		6.22	11.64	9.33	6.96

GL = grados de libertad; CV = coeficiente de variación; \*\* altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); ns = no significativo.

Las diferencias productivas del garbanzo entre ciclos se deben principalmente a la cantidad de lluvia registrada en cada ciclo. La precipitación registrada previo a la siembra del ciclo otoño - invierno 2019 - 2020 (Figura 1), pudo incrementar la cantidad de insectos plaga en el cultivo, teniendo un efecto de reducción significativa sobre el rendimiento, debido a que, en ambos ciclos, no se realizó la aplicación de productos químicos para su control. En este sentido, algunos autores mencionan que el potencial del garbanzo no se ha alcanzado debido a la inestabilidad de las variaciones anuales en precipitación, temperatura y enfermedades (Morales *et al.*, 1997; Padilla *et al.*, 2008). En lo que respecta al comportamiento entre genotipos, la variedad El Patrón superó los rendimientos biológicos de forraje de todos ellos. Este rendimiento se debe a que es el genotipo que se reporta con el mayor porte, número de ramas y a que, probablemente, se adapta mejor a las condiciones de clima y suelo de la región.

**Tabla 2.** Respuesta productiva promedio (DS) de los genotipos de garbanzo *Desi* evaluados en los ciclos 2018 - 2019 y 2019 - 2020.

**Table 2.** Average productive response (SD) of the *Desi* chickpea genotypes evaluated in the 2018 - 2019 and 2019 - 2020 cycles.

Variable	Ciclo de siembra		DEC
	2018 - 2019	2019 - 2020	
Rendimiento biológico (t ha <sup>-1</sup> )	13.95 (1.3) <sup>a</sup>	11.68 (1.6) <sup>b</sup>	2.27
Rendimiento de grano (t ha <sup>-1</sup> )	4.29 (0.4) <sup>a</sup>	3.21 (0.6) <sup>b</sup>	1.08
Índice de cosecha (%)	30.89 (3.7) <sup>a</sup>	27.75 (5.0) <sup>b</sup>	3.89
Rendimiento de esquilmos (t ha <sup>-1</sup> )	9.67 (1.2) <sup>a</sup>	8.47 (1.5) <sup>b</sup>	1.20

a, b = diferentes literales entre columnas indican diferencia significativa, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ); DEC = diferencia entre ciclos; Valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

**Tabla 3.** Comparación de medias (DS) del rendimiento biológico, de grano, de esquilmos ( $t\ ha^{-1}$ ), unidad animal (mes) e índice de cosecha (%) entre genotipos de garbanzo *Desi* del promedio de los ciclos agrícolas otoño-invierno de 2018 – 2019 y 2019 – 2020.

**Table 3.** Comparison of means (SD) for biological yield, grain, harvest ( $t\ ha^{-1}$ ), animal unit (month) and harvest index (%) between *Desi* chickpea genotypes of the average of the autumn-winter agricultural cycles of 2018 – 2019 and 2019 – 2020.

Genotipo	Rendimiento biológico	Animales (n)	Rendimiento de grano	Índice de cosecha	Rendimiento de esquilmos	Animales (n)
El Patrón	14.21 (2.0) <sup>a</sup>	35	3.48 (0.9) <sup>a</sup>	24.16 (3.8) <sup>b</sup>	10.73 (1.2) <sup>a</sup>	27
Lerma	11.71 (1.4) <sup>c</sup>	29	3.83 (0.6) <sup>a</sup>	32.60 (2.5) <sup>a</sup>	7.88 (0.9) <sup>c</sup>	20
Pénjamo	12.21 (1.7) <sup>bc</sup>	30	3.84 (0.4) <sup>a</sup>	31.72 (3.5) <sup>a</sup>	8.37 (1.5) <sup>bc</sup>	21
San Antonio 05	12.68 (1.8) <sup>bc</sup>	31	3.73 (1.1) <sup>a</sup>	28.90 (5.5) <sup>a</sup>	8.96 (0.9) <sup>bc</sup>	22
ICC - 1273	13.26 (1.4) <sup>ab</sup>	33	3.87 (0.6) <sup>a</sup>	29.22 (2.7) <sup>a</sup>	9.38 (1.1) <sup>b</sup>	23

abc = diferentes literales entre filas indican diferencia significativa, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ); Valores entre paréntesis indican la desviación estándar).

### Rendimiento de forraje

Los genotipos con el mayor rendimiento forrajero presentaron el menor índice de cosecha, lo que indica su alto potencial de rendimiento biológico. Los datos reportados por Gutiérrez *et al.* (2017) y Soltero y Pérez (2006), muestran un mayor índice de cosecha en las variedades El Patrón, Pénjamo y San Antonio 05 a los observados en las mismas variedades evaluadas en el presente estudio. Esto se debe a que la cantidad de forraje no modifica el rendimiento de grano, pero sí el índice de cosecha, debido a la correlación negativa existente entre éste con el rendimiento biológico y de esquilmos.

### Rendimiento biológico de grano

El rendimiento de grano no fue diferente entre los genotipos, lo cual coincide con lo documentado por otros autores, quienes mencionan que los rendimientos del garbanzo tipo *Desi*, que se siembran en regiones áridas, durante el otoño y condiciones de riego, pueden ser de  $3.5\ t\ ha^{-1}$  (Iliadis, 2001). Soltero y Pérez (2006) reportaron que la variedad San Antonio 05 presenta rendimientos de entre  $2.4$  a  $3.5\ t\ ha^{-1}$  bajo condiciones de riego. Por su parte, Gutiérrez *et al.* (2017) observaron, en la misma localidad de prueba, rendimientos inferiores ( $2.6\ t\ ha^{-1}$ ) para las variedades El Patrón y Pénjamo, a los observados en el presente estudio, con la diferencia de que ellos sembraron en surcos a doble hilera y en el presente, en surco sencillo.

### Rendimiento de esquilmos

Los rendimientos de esquilmos observados fueron mayores a los reportados por Kafizadeh y Maleki (2012), quienes mencionan que la paja de garbanzo que queda después de la trilla del grano, suele ser igual o superior al rendimiento de la semilla. Por su parte, Soltero y Pérez (2006) reportaron rendimientos de esquilmos entre  $5$  y  $7\ t\ ha^{-1}$ , rendimientos por debajo a los reportados en el presente estudio. El aporte de esquilmos de garbanzo en México está dado principalmente por el tipo *kabuli*, que, por dejarse secar en el suelo, pierde todas las hojas antes de su trilla, por lo que el esquilmo que queda se compone principalmente de ramas y cáscaras de las vainas.

En general, los materiales evaluados bajo las condiciones del presente estudio muestran rendimientos de grano y

forraje que pueden ser complemento importante de la dieta de animales, principalmente en las zonas áridas donde la disponibilidad y cantidad de alimento es limitado y donde este recurso alimenticio muestra altos rendimientos de grano y esquilmos.

### Características de calidad

**Contenido de nutrientes.** Para el análisis bromatológico del grano, se observó que el contenido de materia seca osciló entre  $91$  a  $92\ %$ . Las variedades El Patrón, Pénjamo y Lerma presentaron similar contenido de proteína cruda y proteína digestible. El contenido de NIDA fue diferente entre genotipos. La variedad San Antonio 05 presentó el mayor contenido de PC, PD y el más bajo contenido NIDA, CNE y TND. La línea ICC-1273 presentó el menor contenido de PC, FDN y FDA, pero el mayor de NIDA, EE, L, CNE, TND, DMS, CMS, ENI, ENm y ENg. La variedad Lerma presentó, junto a ICC-1273, el mayor contenido de L y EE. Pénjamo y San Antonio 05 presentaron el mayor contenido de FDA y FDN (Tabla 4).

**Contenido de PC.** La semilla de garbanzo es una buena fuente de proteína (Illg *et al.*, 1987), proteína que se considera de reserva (Roy *et al.*, 2010) y que, gracias a sus péptidos bioactivos de bajo peso molecular, se pueden utilizar como terapias alternativas para ciertas enfermedades relacionadas a la inflamación crónica (Juárez-Chairez *et al.*, 2022). El contenido de esta fracción, en los genotipos evaluados en el presente estudio coincide con los datos que Wood y Grusak (2007) reportan para la semilla de garbanzo tipo *Desi* ( $16.7\ %$  a  $30.6\ %$ ), por lo que cualquiera de los genotipos aquí evaluados puede ser utilizado como ingrediente que aporte a los requerimientos de proteína en las etapas de mantenimiento ( $8\ %$ ) (Van Soest, 1994) y crecimiento ( $9 - 16\ %$ ) de bovinos (NRC, 2000). Dicho aporte dependerá del nivel de inclusión en la dieta.

**Contenido de EE.** En general, el garbanzo presenta menor contenido de grasa que otras leguminosas (Singh, 1985; Gül *et al.*, 2008). El valor de grasa aquí reportado ( $3$  a  $4\ %$ ) se encuentra entre los rangos observados por Wood y Grusak (2007) para los garbanzos tipo *Desi*, que indican es del  $2.9$  a  $7.4\ %$ .

**Contenido de FDN.** Se reporta que los garbanzos *Desi* tienen una cubierta de semilla más gruesa que los tipos *Kabuli*, lo que se refleja en el mayor contenido de fibra (Knights y Mai-

ler, 1989). La alta concentración de fibra (FDN) que pueden resultar en efectos negativos sobre el consumo (Chalupa *et al.*, 1996; Espinoza-Canales *et al.*, 2017), por lo que la combinación del grano de garbanzo con otros ingredientes resulta atractiva, debido al bajo porcentaje de fibras que presentan los genotipos aquí evaluados, ya que el NRC (2001) indica que las raciones para ganado lechero deben contener de 19 a 27 % de FDA. Hadsell y Sommerfeldt (1988), observaron que una tasa óptima de incorporación dietética de bovinos leche es cercana al 50 % durante la lactancia temprana, siendo la ingesta de grasas el mayor beneficio, aunque argumentan y sugieren en la necesidad de hacer más estudios.

**Contenido de FDA.** Por otra parte, la FDA se correlaciona de manera negativa con la digestibilidad de los alimentos (Harris, 1993), siendo esta fracción utilizada para estimar el contenido de energía de los mismos (Donker, 1989). Para el presente estudio, se pudo observar que en el análisis de preferencia (Figura 2) corrobora lo mencionado por dichos autores, siendo el genotipo ICC-1273 el de menor concentración de fibras y debido a ello el de mejor aporte de energía (mantenimiento, lactancia y ganancia), digestibilidad, consumo de materia seca y total de nutrientes digestibles; fracciones que han sido usados como indicadores para estimar el comportamiento productivo del ganado (Espinoza-Canales *et al.*, 2017). En general, el contenido de FDA fue bajo para todos los genotipos evaluados.

**Contenido de PD.** En general, se ha reportado que la digestibilidad de la proteína del garbanzo tipo Kabuli es mayor que la proteína del tipo Desi (Paredes-López *et al.*, 1991; Sánchez-Vioque *et al.*, 1999). Fracción que puede mejorar si la semilla recibe un tratamiento especial (Bampidis y Christodoulou, 2011), principalmente cuando se utiliza en alimentación de no rumiantes (Domoney, 1999).

**Contenido de energía (ENm, Eng y ENI).** Una vaca lechera en crecimiento moderado de 700g d<sup>-1</sup> requiere de 6.9 a 7.5 Mcal d<sup>-1</sup> de ENm y de 2.5 a 3.1 Mcal d<sup>-1</sup> de ENg (NRC, 2001), por lo que en una dieta con 50 % grano y 50 % forraje, teniendo como única fuente el grano de cualquier variedad es suficiente para alcanzar este nivel de producción, sin embargo una vaca lechera de 450 kg de peso vivo con una producción de leche de 25 kg d<sup>-1</sup> requiere una concentración de 1.9 a 2.3 Mcal Kg<sup>-1</sup> de ENI (NRC, 2001), mientras que los granos evaluados tienen una concentración energética cercana al límite inferior para este nivel de producción.

**Contenido de minerales.** El contenido de cenizas fue similar entre genotipos. Respecto al K<sup>+</sup>, fue el mineral encontrado en mayor proporción (1.3 – 1.4 %) y el Na<sup>+</sup>, en menor cantidad (Tabla 5).

**Contenido de macrominerales.** El NRC (2000) menciona que los principales macrominerales requeridos por los rumiantes son el Ca<sup>2+</sup> (0.21 – 0.30 %), P<sup>5+</sup> (0.15 – 0.19 %), Mg<sup>2+</sup> (0.12 - 0.20 %), K<sup>+</sup> (0.60 – 0.70 %), Na<sup>+</sup> (0.06 – 0.10 %) y S<sup>2-</sup> (0.15 %). Al respecto, los aportes observados por los genotipos evaluados

**Tabla 4.** Valor nutrimental (DS) del grano de cinco genotipos de garbanzo *Desi*.

**Table 4.** Grain nutritional value (SD) of five *Desi* chickpea genotypes.

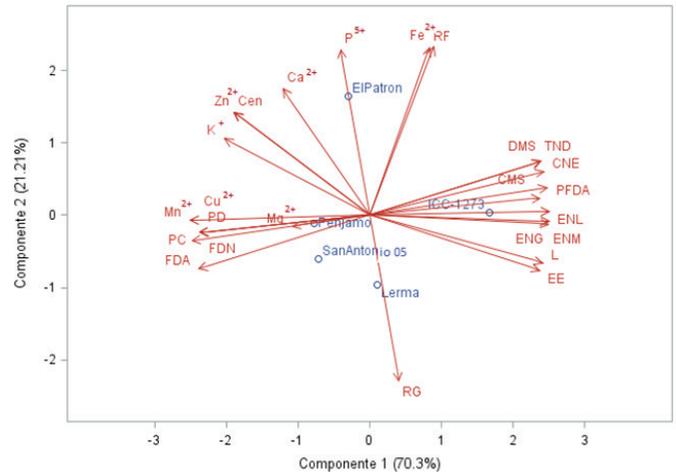
Variable	Unidad	El Patrón	Lerma	Pénjamo	SA 05	ICC-1273
MS	%	91.97 (0.5) <sup>a</sup>	91.77 (0.5) <sup>a</sup>	91.92 (0.5) <sup>a</sup>	92.14 (0.6) <sup>a</sup>	92.16 (0.5) <sup>a</sup>
PC	%	23.25 (0.3) <sup>b</sup>	23.25 (0.3) <sup>b</sup>	23.08 (0.5) <sup>b</sup>	24.04 (0.4) <sup>a</sup>	21.55 (0.3) <sup>c</sup>
PD	%	17.34 (0.3) <sup>b</sup>	17.34 (0.5) <sup>b</sup>	17.19 (0.5) <sup>b</sup>	18.6 (0.3) <sup>a</sup>	15.80 (0.3) <sup>c</sup>
NID <sup>A</sup>	%	0.24 (0.01) <sup>b</sup>	0.22 (0.01) <sup>b,c</sup>	0.27 (0.03) <sup>b</sup>	0.20 (0.01) <sup>c</sup>	0.35 (0.03) <sup>a</sup>
Grasa (EE)	%	3.71 (0.2) <sup>b</sup>	4.04 (0.2) <sup>a</sup>	3.86 (0.05) <sup>b</sup>	3.84 (0.05) <sup>b</sup>	4.18 (0.2) <sup>a</sup>
FDA	%	12.15 (0.4) <sup>b</sup>	12.89 (0.3) <sup>b</sup>	13.51 (0.3) <sup>a</sup>	13.11 (0.3) <sup>a,b</sup>	11.41 (0.2) <sup>c</sup>
FDN	%	13.95 (0.5) <sup>b</sup>	13.92 (0.5) <sup>b</sup>	15.72 (0.5) <sup>a</sup>	15.64 (0.5) <sup>a</sup>	12.57 (0.5) <sup>c</sup>
CNE	%	55.34 (0.5) <sup>b</sup>	55.22 (0.6) <sup>b</sup>	53.78 (0.5) <sup>c</sup>	52.74 (0.5) <sup>c</sup>	58.11 (0.5) <sup>a</sup>
TND	%	81.02 (0.5) <sup>a</sup>	80.25 (0.7) <sup>a,b</sup>	79.61 (0.5) <sup>b</sup>	80.03 (0.5) <sup>a</sup>	81.78 (0.5) <sup>a</sup>
L	%	0.01 (0.01) <sup>c</sup>	0.12 (0.01) <sup>a</sup>	0.01 (0.01) <sup>c</sup>	0.09 (0.01) <sup>b</sup>	0.13 (0.01) <sup>a</sup>
ENI	Mcal/kg	1.88 (0.2) <sup>a</sup>	1.89 (0.2) <sup>a</sup>	1.87 (0.2) <sup>a</sup>	1.87 (0.2) <sup>a</sup>	1.91 (0.2) <sup>a</sup>
ENm	Mcal/kg	2.43 (0.1) <sup>a</sup>	2.45 (0.1) <sup>a</sup>	2.42 (0.1) <sup>a</sup>	2.42 (0.1) <sup>a</sup>	2.47 (0.1) <sup>a</sup>
ENg	Mcal/kg	1.71 (0.05) <sup>a</sup>	1.73 (0.05) <sup>a</sup>	1.7 (0.05) <sup>a</sup>	1.7 (0.05) <sup>a</sup>	1.74 (0.05) <sup>a</sup>
DMS	%	79.44 (0.5) <sup>a</sup>	78.86 (0.5) <sup>b</sup>	78.38 (0.5) <sup>b</sup>	78.69 (0.5) <sup>b</sup>	80.01 (0.5) <sup>a</sup>
CMS	% PV	8.60 (0.5) <sup>b</sup>	8.62 (0.5) <sup>b</sup>	7.73 (0.5) <sup>c</sup>	7.67 (0.5) <sup>c</sup>	9.55 (0.5) <sup>a</sup>

abc = diferentes literales entre columnas indican diferencia significativa, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ); PC proteína cruda; PD proteína digestible; PIDA proteína insoluble en detergente ácido; PIDN = proteína insoluble en detergente neutro; EE extracto etéreo; FDA = fibra detergente ácida; FDN= fibra detergente neutro; CNE = carbohidratos no estructurales; TND = total de nutrientes digestibles; L = lignina; ENL= energía neta de lactancia; ENM = energía neta de mantenimiento; ENG = energía neta de ganancia; DMS = digestibilidad de la materia seca; CMS = consumo de materia seca; PV = peso vivo; SA 05 = San Antonio 05. Valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

en este estudio indican que un kilogramo de garbanzo *Desi* cubre los requerimientos de  $Mg^{2+}$ ,  $P^{5+}$  y  $K^+$ .

**Contenido de microminerales.** Los materiales evaluados tienen un aporte importante de  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  y, principalmente, de  $Fe^{2+}$  a los requeridos por ruminantes (NRC, 2000). Se ha observado que estos minerales son marginales a deficientes en ciertos forrajes nativos de zonas áridas (Ramírez-Orduña *et al.*, 2005; 2008), mientras que los pastos tienen un aporte importante de  $Ca^{2+}$  y  $P^{5+}$ , pero su alto contenido de lignina reduce la utilización de estos (Reyes-Pérez *et al.*, 2022), por lo que la inclusión de garbanzo en la dieta de este alimento en bovinos que pastorean libremente es importante. Wang y Daun (2004) observaron que la semilla de garbanzo cruda (100 g) proporciona en promedio alrededor de 5.0 mg/100 g de  $Fe^{2+}$ , 4.1 mg/100 g de  $Zn^{2+}$ , 138 mg/100 g de  $Mg^{2+}$  y 160 mg/100 g de  $Ca^{2+}$  (Jukanti *et al.*, 2012) siendo, este último, mayor en los tipos *Desi* que en los *Kabuli*.

**Análisis de preferencia.** Jacinto-Pimienta *et al.* (2016), mencionan que, puesto que el análisis MDPREF se basa en un modelo de componentes principales, el biplot, que es una representación gráfica que muestra la relación entre los datos de la matriz (las columnas y las filas), las dimensiones del biplot son los dos primeros componentes (Figura 2). El primer componente es aquel que tiene una mayor dimensión del biplot, es la característica de producción y calidad. El segundo componente es ortogonal al primero, siendo el segundo más preferido. En el biplot, se muestran puntos que observan los genotipos y cada valor de producción y calidad por un vector. Los puntos que están estrechamente agrupados en una región del gráfico representan los genotipos que tienen los mismos patrones de preferencia a través de las variables de producción y calidad. Los vectores que apuntan en más o menos la misma dirección representan los valores de producción y calidad que tienen patrones similares.



**Figura 2.** Representación gráfica del análisis de preferencia multidimensional de la relación entre genotipos y características de rendimiento y calidad. Cen = Cenizas, RF= Rendimiento de forraje, DMS = Materia Seca digestible, TND = Total de nutrientes digestibles, CNE = Carbohidratos no estructurales, CMS = Consumo de materia seca, PFDA = Proteína en la fibra detergente ácido, ENL= Energía neta en leche, ENG = Energía neta de ganancia, ENM = Energía neta de mantenimiento, L = Lignina, EE= Extracto etéreo, FDA = Fibra detergente ácido, FDN = Fibra detergente neutro, PC = Proteína cruda, PD = Proteína digestible.

**Figure 2.** Graphical representation of the multidimensional preference analysis of the relationship between genotypes and yield and quality characteristics. Cen = Ash, RF = Forage yield, DMS= Digestible dry matter, TND = Digestible total de nutrients, CNE = Non-structural carbohydrates, CMS = Dry matter intake, PFDA = Protein in acid detergent fiber, ENL= Net energy in milk, ENG = Gain net energy, ENM = Maintenance net energy, L = Lignin, EE = Eter extract, FDA = Acid detergent fiber, FDN = Neutral detergent fiber, PC = Crude Protein, PD = Digestible Protein.

Dos componentes explicaron el 91.51 % de la variación total (Figura 2). La representación gráfica muestra que el mayor rendimiento de forraje y minerales se encuentran preferentemente en el genotipo El Patrón. Por su parte la DMS, CNE, TND, CMS, EE, NIDA y contenidos de energía (lac-

**Tabla 5.** Concentración mineral (DS) del grano de cinco genotipos de garbanzo *Desi*.

**Table 5.** Grain mineral concentration (SD) of five *Desi* chickpea genotypes.

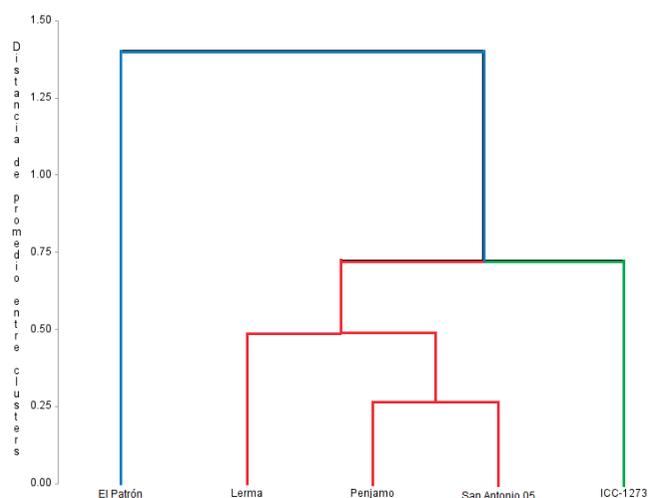
Mineral	Unidad	El Patrón	Lerma	Pénjamo	SA 05	ICC-1273
Cenizas	%	3.75 (0.5) <sup>a</sup>	3.57 (0.5) <sup>a</sup>	3.76 (0.5) <sup>a</sup>	3.74 (0.5) <sup>a</sup>	3.59 (0.5) <sup>a</sup>
Ca <sup>2+</sup>	%	0.17 (0.1) <sup>a</sup>	0.14 (0.1) <sup>bc</sup>	0.17 (0.1) <sup>a</sup>	0.14 (0.1) <sup>bc</sup>	0.15 (0.1) <sup>b</sup>
P <sup>5+</sup>	%	0.49 (0.01) <sup>a</sup>	0.46 (0.01) <sup>b</sup>	0.45 (0.01) <sup>b</sup>	0.45 (0.01) <sup>b</sup>	0.44 (0.01) <sup>b</sup>
Mg <sup>2+</sup>	%	0.15 (0.01) <sup>b</sup>	0.15 (0.01) <sup>b</sup>	0.16 (0.01) <sup>a</sup>	0.15 (0.01) <sup>b</sup>	0.15 (0.01) <sup>b</sup>
K <sup>+</sup>	%	1.37 (0.07) <sup>a</sup>	1.35 (0.07) <sup>a</sup>	1.40 (0.07) <sup>a</sup>	1.44 (0.07) <sup>a</sup>	1.35 (0.07) <sup>a</sup>
Na <sup>+</sup>	%	0.03 (0.001) <sup>a</sup>	0.03 (0.001) <sup>a</sup>	0.03 (0.001) <sup>a</sup>	0.03 (0.001) <sup>a</sup>	0.03 (0.001) <sup>a</sup>
Zn <sup>2+</sup>	mg/kg	21.89 (0.5) <sup>a</sup>	17.57 (0.5) <sup>c</sup>	22.97 (0.5) <sup>a</sup>	21.07 (0.5) <sup>a,b</sup>	19.41 (0.5) <sup>b</sup>
Mn <sup>2+</sup>	mg/kg	30.39 (0.5) <sup>a</sup>	29.49 (0.5) <sup>ab</sup>	31.08 (0.5) <sup>a</sup>	31.38 (0.5) <sup>a</sup>	27.37 (0.5) <sup>b</sup>
Cu <sup>2+</sup>	mg/kg	7.27 (0.5) <sup>a</sup>	7.48 (0.5) <sup>a</sup>	6.53 (0.5) <sup>b</sup>	7.56 (0.5) <sup>a</sup>	6.08 (0.5) <sup>b</sup>
Fe <sup>2+</sup>	mg/kg	77.20 (0.5) <sup>a</sup>	60.40 (1.5) <sup>b</sup>	60.70 (1.9) <sup>b</sup>	59.70 (1.6) <sup>b</sup>	63.60 (1.0) <sup>b</sup>

abc = diferentes literales entre columnas indican diferencia significativa, según prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ); C = cenizas; Ca<sup>2+</sup> = calcio; P<sup>5+</sup> = fósforo; Mg<sup>2+</sup> = magnesio; K<sup>+</sup> = potasio; Na<sup>+</sup> = sodio; Zn<sup>2+</sup> = zinc; Mn<sup>2+</sup> = manganeso; Cu<sup>2+</sup> = cobre; Fe<sup>2+</sup> = hierro; Valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

tancia, mantenimiento y ganancia), se encuentran preferentemente en la línea experimental ICC-1273. Las variables RG, PC, PD, FDA, FDN y los minerales Mg, Mn y Cu se encuentran, preferentemente, en los genotipos Lerma, San Antonio 05 y Pénjamo.

Diversos estudios han encontrado que los procedimientos de análisis de componentes principales y de conglomerados son eficientes para evaluar la diversidad genética de los rasgos agro-morfológicos en garbanzos (Gupta *et al.*, 2011; Kayan y Adak, 2012; Parameshwarappa *et al.*, 2011). Los resultados de los genotipos evaluados en el presente estudio con la utilización de ambos procedimientos, considerando características productivas y de calidad, permitió agrupar de una manera clara la diversidad genética de los materiales evaluados. Dicha diversidad determina su potencial para mejorar la eficiencia y, por lo tanto, su uso para la reproducción, que eventualmente puede resultar en una mejor producción de alimentos (Malik *et al.*, 2014), características a considerar en la producción animal, principalmente como una alternativa forrajera más, en siembras de otoño - invierno, como lo sugieren Ochoa-Espinoza *et al.* (2022).

Considerando las variables de rendimiento de forraje (RF), rendimiento de grano (RG) y calidad nutricional, se construyó el dendograma de la Figura 3. Los genotipos se separaron en tres grupos, uno integró a los genotipos Lerma, Pénjamo y San Antonio 05; otro, a la línea ICC-1273; el tercero, a la variedad El Patrón, que fue la que presentó la mayor distancia de promedio entre grupos. En este caso, los resultados de este análisis en el presente estudio sugieren el cruzamiento directo entre las variedades El Patrón y la línea ICC-1273 con el objetivo de desarrollar materiales superiores en características de rendimiento y calidad forrajera.



**Figura 3.** Dendrograma que representa la relación genética de cinco genotipos de garbanzo *Desi* basado en 26 rasgos cuantitativos.

**Figure 3.** Dendrogram representing the genetic relationship of five *Desi* chickpea genotypes based on 26 quantitative traits.

## CONCLUSIONES

Los cinco genotipos de garbanzo forrajero presentaron rendimientos de grano similares, sin embargo, la variedad El Patrón presentó el mayor rendimiento biológico, rendimiento de esquilmos y en consecuencia mayor capacidad para alimentar UA. La variedad San Antonio 05 presentó el mayor contenido de proteína cruda, y aunque la línea experimental ICC-1273 presentó el nivel más bajo, el análisis de preferencia por componentes principales mostró que fue el genotipo de mayor DMS, CNE, TND, CMS, EE, NIDA, ENI, ENm y Eng; características que la hacen la variedad con grano y forraje de mayor valor nutricional. Se observó un contenido importante de minerales, principalmente de K. En general, los resultados muestran que, tanto en rendimiento como en calidad, los genotipos de garbanzo *Desi* pueden servir como una fuente importante de forraje y nutrientes en la alimentación animal.

## LITERATURA CITADA

- ANKOM. 2005. Acid detergent fiber in feeds. Filter bag technique (ANKOM200). Ankom Technology 2005; Macedon, NY, USA: Ankom Technology Corp. [Consultado 10 enero 2022]. Disponible en: [www.ankom.com/09procedures/ADF%20Method%20A200.pdf](http://www.ankom.com/09procedures/ADF%20Method%20A200.pdf).
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15 th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Bampidis, V.A. y Christodoulou, V. 2011. Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 168: 1-20.
- Chalupa, W., Galligan, D.T. y Ferguson, J.D. 1996. Animal nutrition in the XXI century. *Animal Feed Science and Technology*. 58:1-18.
- Chavan, J.K., Kadam, S.S. y Salunkhe, D.K. 1989. Chickpea. In: CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization, vol. I. Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. (ed.), pp. 247-288. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero santo Domingo (0306), Estado de Baja California Sur. [Consultado enero 2022]. 2018. Disponible en: [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/BajaCaliforniaSur/DR\\_0306.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/BajaCaliforniaSur/DR_0306.pdf)
- COTECOCA, 1975. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana: Estado de Baja California, Sur. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, p. 67.
- Díaz-Romeau, R.A., Hunter, P. 1988. Methodology for Sampling Soils and Tissues. CATIE, Turrialba, Costa Rica, Mimeo no. 1, pp. 26-28.
- Domoney, C. 1999. Inhibitor of legume seeds. In Seed protein, PR Shewry and R Casey, (ed.), pp. 635-655. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam.
- Donker, J. 1989. Improved energy prediction equations for dairy cattle rations. *Journal of Dairy Science* 67:427-436.
- Echevarría-Hernández, A., Wong-Corral, F., Borboa-Flores, J., Rodríguez-Félix, F., Del Toro-Sánchez, C.L., García-Hernández, J.L. y Rueda Puente, E.O. 2021. Fertilization systems in chickpea (*Cicer arietinum* L.) in soils of arid-desertic areas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 24(2).

- Espinoza-Canales, A., Gutiérrez-Bañuelos, H., Sánchez-Gutiérrez, R. A., Muro-Reyes, A., Gutiérrez-Piña, F. J. y Corral-Luna, A. 2017. Calidad de forraje de canola (*Brassica napus* L.) en floraciones temprana y tardía bajo condiciones de temporal en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8: 243-248.
- Goering, H.K. y Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses. Apparatus, reagents, procedures, and some applications. *Agricultural Handbook*.
- Gómez, J.D., Monterroso, A.I., Toledo, M.L. y Tinoco, J.A. 2008. Sector Ganadero [en línea]. Universidad Nacional Autónoma de México. [Consultado febrero 2022]. Disponible en: [http://www.atmosfera.unam.mx/gcclimatico/documentos/reportes\\_cuarta\\_comunicacion/Ganadero/Ganadero%201/Informe\\_final\\_del\\_sector\\_ganadero.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/gcclimatico/documentos/reportes_cuarta_comunicacion/Ganadero/Ganadero%201/Informe_final_del_sector_ganadero.pdf)
- Gül, M.K., Ömer, E.C. y Turhan, H. 2008. The effect of planting time in fatty acids and tocopherols in chickpea. *European Food Research and Technology*. 226: 517-522.
- Gupta, D., Sharma, H.C., Pathania, P., Pande, S., Clements, L. y Bala, I. 2011. Evaluation of cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.) for agro morphological traits and resistance to rust in Northwestern Indian Himalaya. *Plant Diseases Research* 26: p. 171.
- Gutiérrez, P.E., Melgoza, V.C.M., Avalos, C.R., Cota, B.C.I., Fierros, L.G.A., Ortega, M.P.F. y Navejas, J.J. 2017. Evaluación de dos variedades de garbanzo forrajero y un fertilizante foliar orgánico en tres fechas de siembra. V Simposio Nacional de Garbanzo. INIFAP. Hermosillo, Sonora. México. 5: 76-80.
- Hadsell, D.L. y Sommerfeldt, J.L. 1988. Chickpeas as a protein and energy supplement for high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 71: 762-772.
- Harris, B. 1993. Value of high-fiber alternative feedstuffs as extenders of roughage sources: [Consultado enero 2022]. disponible en: [http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding/VALUE\\_OF\\_HIGH-FIBER\\_ALTERNATIVE\\_FEEDSTUFFS.html](http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding/VALUE_OF_HIGH-FIBER_ALTERNATIVE_FEEDSTUFFS.html)
- Iliadis, C. 2001. Evaluation of six chickpea varieties for seed yield under autumn and spring sowing. *Journal of Agricultural Science*. 137: 439-444.
- Jacinto-Pimienta, S.Y., Mendoza-Hernández, J.H.R., Zaldivar-Cruz, J.M., Sol-Sánchez, Á., Vargas-Villamil, L.M., y Reyes-Sánchez, C.A. 2016. El uso de componentes principales en la clasificación melisopalínológica de la miel de *Apis mellifera* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7(SPE14), 2831-2840.
- Juárez-Chairez, M.F., Meza-Márquez, O.G., Márquez-Flores, Y.K., Jiménez-Martínez, C. y Osorio-Revilla, G. 2022. In vitro anti-inflammatory and antioxidant activity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) proteins hydrolysate fractions. *Biotecnia*. 24 (2): 59-68.
- Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L. y Chibbar, R.N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*. 108(S1), S11-S26.
- Kafilzadeh, F. y Maleki, E. 2012. Chemical composition, in vitro digestibility and gas production of straws from different varieties and accessions of chickpea. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 96(1), 111-118.
- Kayan, N. y Adak, M.S. 2012. Associations of some characters with grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botanic*. 44: 267-272.
- Knights, E.J. y Mailer, R.J. 1989. Association of seed type and colour with establishment, yield and seed quality in chickpea (*Cicer arietinum*). *Journal of Agricultural Science*. 113, 325-330.
- Kohashi, S.J., da Costa, J.C. y Miranda, S.C. 1980. Harvest index in *Phaseolus vulgaris* (L.). *Annual Report of Bean Improvement Cooperative* 23:87-89.
- Illg, D. J., Sommerfeldt, J.L. y Boe, A.A. 1987. Chickpeas as a substitute for corn and soybean meal in growing heifer diets. *Journal of Dairy Science*. 70: 2181.
- López, A.L.M., Armenta, L.C., Armenta, B.A.D., Fraga, P.H.C. y Félix, H.J.A. 2013. Localización de zonas aptas para la agricultura protegida en Baja California Sur, México. *Agronomía Mesoamericana*. 24(2):401-409.
- Malik, S.R., Shabbir, G., Zubir, M., Iqbal, S.M. y Ali, A. 2014. Genetic diversity analysis of morphogenetic traits in Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*. 16: 956-960.
- Mancera, M.G. 2011. Desertificación de Cuencas Agrícolas en Baja California Sur. Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales (Orientación en Agricultura Sustentable). Disertación Doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S.
- Moore, J.E. y Undersander, J. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. *Proceeding 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. 32:16-29.
- Morales, G.J.A., Ortega, M.P.F., Fu, A.A. y Grageda, G.G.J. 1997. Guía Técnica para Producir Garbanzo en la Costa de Hermosillo. Folleto para productores No.16, SAGAR-INIFAP-CIRNO. CECH, Hermosillo, Sonora, México.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Rev. ed. National Research Council. National Academy of Science. Washington, DC.
- NRC. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th Rev. Ed. National Research Council. National Academy of Science Washington, D.C.
- Ochoa-Espinoza, X.M., Reta-Sánchez, D.G., Cano-Ríos, P., Sánchez-Duarte, J.I., Ochoa-Martínez, E., García-Martínez, J.E., Reyes-González, A. y Quiroga-Garza, H.M. 2022. Rendimiento y valor nutritivo de cereales y cártamo forrajero en la Comarca Lagunera. *Biotecnia* 24(2): 142-148.
- Padilla, V.I., Valenzuela, V.R., Armenta, C.C.M., Salinas, P.R.A. y Sánchez, S.E. 2008. Comportamiento agronómico de genotipos de garbanzo en siembra tardía en el Valle del Mayo, Sonora, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31 (1): 43-49.
- Parameshwarappa, S.G., Salimath, P.M., Upadhyaya, H.D., Patil, S.S. y Kajjidoni, S.T. 2011. Genetic divergence under three environments in a minicore collection of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Indian Journal of Plant Genetic Research*. 24: 177-185.
- Paredes-López, O., Ordorica-Falomir, C. y Olivares-Vázquez, M.R. 1991. Chickpea protein isolates: physicochemical, functional and nutritional characterization. *Journal of Food Science*. 56: 726-729.
- Ramírez-Orduña, R., Ramírez, R. G., González-Rodríguez, H. y Haenlein, G.F.W. 2005. Mineral content of browse species from Baja California Sur, Mexico. *Small Ruminant Research*. 57(1), 1-10.

- Ramírez-Orduña, R., Ramírez, R. G., Romero-Vadillo, E., González-Rodríguez, H., Armenta-Quintana, J. A. y Avalos-Castro, R. 2008. Diet and nutrition of range goats on a sarcocaulous shrubland from Baja California Sur, Mexico. *Small Ruminant Research*. 76(3), 166-176.
- Reyes-Pérez, J.J., Méndez-Martínez, Y., Espinosa-Cunhuay, K.A., Bastidas-Espinoza, R.L., Apolo-Bosquez, J.A., Ramírez de la Ribera, J.L. y Ruiz-Espinoza, F.H. 2022. Composición química, digestibilidad y rendimiento de *Brachiaria decumbens* a diferentes edades de rebrote. *Biotecnia*. 24 (2): 84-93.
- Roy, F., Boye, I.J. y Simpson, B.K. 2010. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: pea, chickpea and lentil. *Food Research International*. 43: 432-442.
- Salako, A.E. 2006. Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *International Journal of Morphology*. 24(1): 13-18.
- Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Vioque, J., Bautista, J. y Millán, F. 1999. Protein isolates from chickpea (*Cicer arietinum* L.): chemical composition, functional properties and protein characterization. *Food Chemistry*. 64: 237-243.
- SAS. 2014. SAS – Statistical Analysis Software for windows ver. 9.3. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Singh, U. 1985. Nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.): current status and future research needs. *Plant Foods for Human Nutrition*. 35: 339-351.
- Soltero, D.L. y Pérez, V.J.J. 2006. Guía para producir garbanzo forrajero de riego en la Ciénega de Chapala. INIFAP-CIRPAC, C.E. Centros-altos de Jalisco, Jalisco. Folleto para productores núm. 2. p.22.
- Soltero-Díaz, L.; Andrade-Arias, E.; Grageda-Cabrera, O. A. y Pérez Valdez, J. J. 2008. San Antonio 05, variedad de garbanzo forrajero para la región Ciénega de Chapala, México. *Agricultura técnica en México*, 34(2), 263-265. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60834214>
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Ithaca, NY; Comstock, Cornell University Press.
- Wang, N. y Daun, J.K. 2004. The chemical composition and nutritive value of canadian pulses. *Canadian Grain Commission Report*, 19-29.
- Wood, J.A. y Grusak, M.A. 2007. Nutritional value of chickpea. Chickpea. In: Yadav, S.S., Redden, B., Chen, W. y Sharma, B., Eds., *Chickpea Breeding and Management*, CAB International, Wallingford, 101-142.