

ASOCIACION NACIONAL DE INGENIEROS AGRONOMOS  
11. CONFERENCIA INTERNACIONAL DE MECANIZACION AGRARIA  
13. FERIA TECNICA INTERNACIONAL DE LA MAQUINARIA AGRICOLA DE ZARAGOZA (ESPAÑA)

**COMUNICACION  
A LA PONENCIA 1**

**Selección de variedades  
con vistas a una recolección mecanizada  
de los productos hortícolas  
a acondicionar o transformar**

---

**ESTUDIO DE DISTINTAS VARIEDADES  
DE CACAHUETE  
EN RELACION A SU RECOLECCION MECANICA**

Comunicantes:

**Jaime ORTIZ-CAÑAVATE**

**Margarita RUIZ ALTISENT**

Departamento de Mecanización Agraria. E.T.S.I.A.  
MADRID  
(España)

## **ESTUDIO DE DISTINTAS VARIEDADES DE CACAHUETE EN RELACION A SU RECOLECCION MECANICA**

### **SINOPSIS**

Se consideran ocho variedades de cacahuete con objeto de establecer las que mejor se adaptan a la recolección mecánica, estudiando la fuerza de desprendimiento (f.d.) de los frutos, la resistencia de la cáscara a la compresión y la adecuación a la trilla o separación mecánica de las

vainas con una trilladora experimental.

Se realizaron también ensayos de campo con dos modelos de arracadoras y cosechadoras estableciéndose los niveles medios de pérdidas y de daños.

---

## **ETUDE DE DIVERSES VARIETES DE CACAHUETE EN RELATION AVEC LEUR RECOLTE MECANIQUE**

### **RESUME SYNOPTIQUE**

On a considéré huit variétés de cacahuète dans le but d'établir quelles sont celles qui s'adaptent le mieux à la récolte mécanique, en étudiant la force de dégagement (f.d.) des fruits, la résistance de la coquille à la compression et l'ajustement au battage ou séparation mécanique

des gaines avec une batteuse expérimentale.

On a aussi réalisé des essais en champ avec deux modèles d'arracheuses et de moissonneuses et établi les niveaux moyens de pertes et de dommages.

---

## **STUDY OF SEVERAL PEANUT VARIETIES IN REFERENCE TO THEIR MECHANICAL HARVESTING**

### **SYNOPSIS**

Eight varieties of peanuts are considered with a view to determine those that are the best fitted to mechanical harvesting, studying the detaching force (f.d.) of the fruits, the shell compression resistance and their fitness for the

threshing or mechanical separation of pods with an experimental threshing machine.

Field trials were also performed with two models of strippers and harvesters, setting the average loss and damage levels.

---

## ESTUDIO DE DISTINTAS VARIETADES DE CACAHUETE EN RELACION A SU RECOLECCION MECANICA

Por: Jaime ORTIZ-CAÑAVATE y  
Margarita RUIZ ALTISENT

### Introducción

Un problema esencial que hoy se plantea es el de aumentar la rentabilidad de los cultivos, lo cual se consigue entre otros procedimientos a base de mecanizar al máximo las labores, especialmente aquellas que exigen gran cantidad de mano de obra. Este es el caso de la recolección del cacahuete, cuyo cultivo no resulta rentable si aquella no se realiza de forma mecanizada.

Esta comunicación pretende profundizar en la cuestión de ver que variedades de cacahuete son las que mejor se adaptan a la recolección mecánica. Para ello nos basamos en los trabajos de laboratorio efectuados hace unos años en Valencia (v. Referencias Bibliográficas) y en las experiencias de campo realizadas en el Delta del Ebro

durante las campañas de 1972 y 1973 y en las Vegas Bajas del Guadiana en 1978 (\*).

El cultivo del cacahuete, que tiene gran importancia en países de condiciones climáticas semejantes a España, está muy poco extendido en nuestro país. Actualmente sigue siendo la huerta valenciana la zona donde está más difundido, pero, dado que allí la mecanización es muy esca-

---

(\*) La empresa FRUTEXSA (Mérida) y la Finca "Erms Salats" (Tortosa) han prestado una colaboración esencial, sin la cual no hubiera sido posible la realización de los trabajos de campo. Asimismo, en el CRIDA 07 de Valencia del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias se realizó la mayor parte de los trabajos sobre variedades.

sa, la superficie de cultivo está en franca regresión. La superficie de cultivo y la producción en los últimos años de que disponemos datos en España han sido:

Años	Superficie (ha)	Producción (t)
1973	3.800	8.300
1974	3.000	7.300
1975	2.300	6.200
1976	2.000	6.000

Sin embargo, parece ser que en los regadíos de Extremadura y Andalucía, donde hay bastantes horas de calor en el verano y suelos medios a ligeros bien drenados que favorecen el desarrollo del cacahuete, empieza a considerarse este cultivo como de alto interés, siempre y cuando su mecanización total no plantee problemas.

Se han importado máquinas arrancadoras y trilladoras de cacahuete de EE.UU. y aunque su

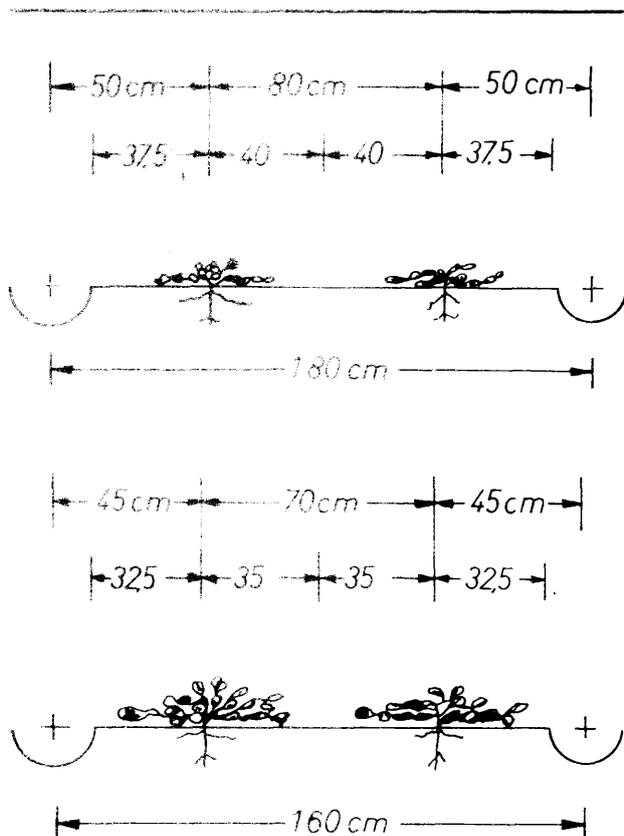


Figura 1. Esquemas de siembra recomendables para el cultivo mecanizado del cacahuete.

aplicación no siempre ha sido del todo acertada, en general han funcionado satisfactoriamente.

Indudablemente, el primer paso es preparar la siembra para que puedan operar las máquinas recolectoras. Estas máquinas han sido diseñadas para el cultivo en caballones. Por ello, es conveniente preparar el terreno en caballones de 1,50 a 1,80 m. de anchura de la forma indicada en la fig. 1.

Con las experiencias de laboratorio y estando el cultivo en condiciones, se puede prever la cuantía de las pérdidas para las diferentes variedades. Posteriormente es necesario determinar en el campo las pérdidas reales con la arrancadora y con la trilladora y establecer asimismo los daños producidos en los frutos por la manipulación mecánica.

#### Materiales y métodos.

El material utilizado en los ensayos iniciales consistió en ocho variedades, que representan bien a todos los tipos cultivados. Son las siguientes: Argentine, Palma y Cacahua (o Valencia) del tipo "Español", y NC-2, GA 119-20, Bunch G-2, Virginia Jumbo y Moruno del tipo "Virginia". Los instrumentos de medida utilizados fueron los siguientes: Para la fuerza de desprendimiento de los frutos, tres dinamómetros de muelle, graduados, de fuerza máxima 5, 10 y 20 N respectivamente, utilizándose según el siguiente procedimiento: elegidos en una planta cuatro frutos bien maduros y del mayor tamaño, sujetar el pedúnculo y tirar de la vaina (fijada ésta al dinamómetro con una pequeña pinza), anotando la fuerza máxima en el momento del desprendimiento (por el punto de unión de la vaina al pedúnculo). Un conductímetro de campo (Higropant) fue utilizado para la medida de la humedad de las semillas. Para la medida de la resistencia de la cáscara de las vainas se utilizó un compresímetro "Chatillón", modelo CTCM. Se utilizó un disco de presión de 5 cm. de diámetro, a una velocidad de ascenso de 6 cm/min. para la compresión de las vainas entre dos planos paralelos en dos posiciones (plano de sutura y plano perpendicular al de sutura) con cabezales dinamométricos de 50 y 250 N.

Para el ensayo de aptitud para la trilla se construyó una pequeña trilladora experimental, estática y accionada por un motor eléctrico de 2 CV. Dicha trilladora consta de tres cilindros de

dientes flexibles, que son independizables entre sí por medio de planchas abatibles, pudiendo así trillar con uno, dos o los tres cilindros, y además recoger separadamente las seis fracciones de producto trillado (fig. 2). Los ensayos con la máquina consistieron básicamente en la trilla de unas veinte plantas (1,5 a 2 kg) cada vez; recogida y aventado de las mismas con un ventilador y clasificación en grupos según los daños: 1) sin ningún daño (enteros); 2) con pequeñas raspaduras o fisuras (dañados) y 3) con roturas con penetración de aire al interior de la vaina (partidos). Se realizaban cuatro determinaciones en cada una de las cuatro velocidades de giro: 350, 450, 550 y 650 r/min. (7,5; 9,6; 11,8 y 13,6 m/s de velocidad periférica) para cada uno de los ensayos.

Las máquinas empleadas en las experiencias de campo tanto en el Delta del Ebro como en las Vegas Bajas del Guadiana eran de procedencia americana y aunque de marcas distintas ("Lilliston" en el primer caso y "Long" en el segundo) eran prácticamente idénticas en su concepción y realización: La *arrancadora-limpiadora* consta de un dispositivo de arranque formado por dos cuchillas horizontales inclinadas y de un elevador de cadenas de listones dentados que eliminan la tierra e invierten las plantas para dejar la legumbre del cacahuete en la parte de arriba

mientras que las hojas apoyan en el suelo. La *cosechadora* o *recogedora-trilladora* de cacahuete actúa sobre la superficie del terreno y se compone esencialmente de los siguientes elementos: cilindro recogedor o "pick-up", cilindros trilladores con sus cóncavos en número de 3, generalmente formados por dientes flexibles de resorte separados 30-40 cm. y montados sobre barras metálicas; elementos de limpia con cribas y ventilador y tolva basculante.

Las pérdidas en el arranque se establecieron en rectángulos de  $5 \times 1,6 = 8 \text{ m}^2$  nada más pasar la arrancadora, recogiendo cuidadosamente los cacahuetes sueltos y enterrados en el suelo (cuya suma representa las pérdidas en el arranque) así como los que continuaban normalmente unidos a la mata para determinar el porcentaje de dichas pérdidas.

Las pérdidas en la recogida y trilla se establecieron para la misma superficie de  $5 \times 1,6 = 8 \text{ m}^2$  (la anchura de caballones era de 1,6 m.), recogiendo en una lona todo lo que la máquina soltaba durante los 5 m. de trayecto. El cacahuete que quedaba en el suelo era debido a las pérdidas en el arranque más las del cilindro recogedor de la cosechadora y en el recogido en la lona también se podía distinguir entre el que estaba

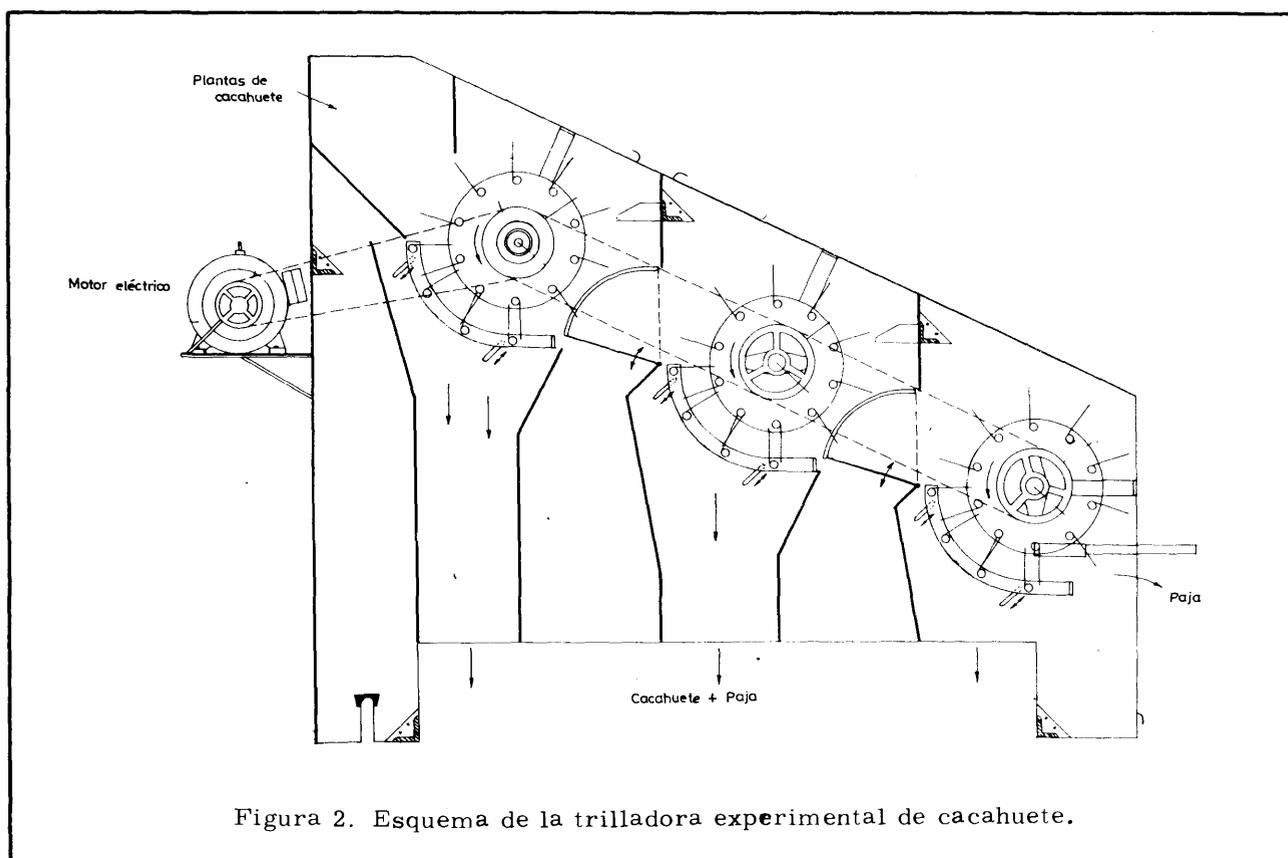


Figura 2. Esquema de la trilladora experimental de cacahuete.

suelto (debido a los elementos de limpia) y el que quedaba sujeto a la planta (debido a los cilindros de trilla).

Los *daños* en el cacahuate se establecían recogiendo muestras de la tolva con el mismo criterio que con la trilladora experimental, es decir distinguiendo entre enteros, dañados y partidos (cacahuate neto) y también se consideraban las impurezas, que sumadas al cacahuate neto nos dan el producto bruto.

## Resultados y discusión.

### 1. Fuerza de desprendimiento de los frutos (f.d.).

En el cuadro 1 se dan los valores medios de la fuerza de desprendimiento de los frutos para las ocho variedades (se hicieron 80 determinaciones por cada variedad en un mismo año). Se observaron diferencias significativas interesantes en función de la variedad y también dentro de cada variedad según el momento de la recolección y la humedad del grano. En la fig. 3 se aprecia cómo disminuye la f.d. a lo largo de los 20 días de la época de recolección para 6 variedades, a medida

que los frutos van madurando y perdiendo humedad. El efecto de la humedad se aprecia en la fig. 4 para dos de las ocho variedades, concretamente la de menor f.d. (Cacahua) y la de mayor f.d. (Argentine), dejándose desecar en almacén cubierto un número de plantas elevado durante más de un mes, pudiendo observarse: a) que el

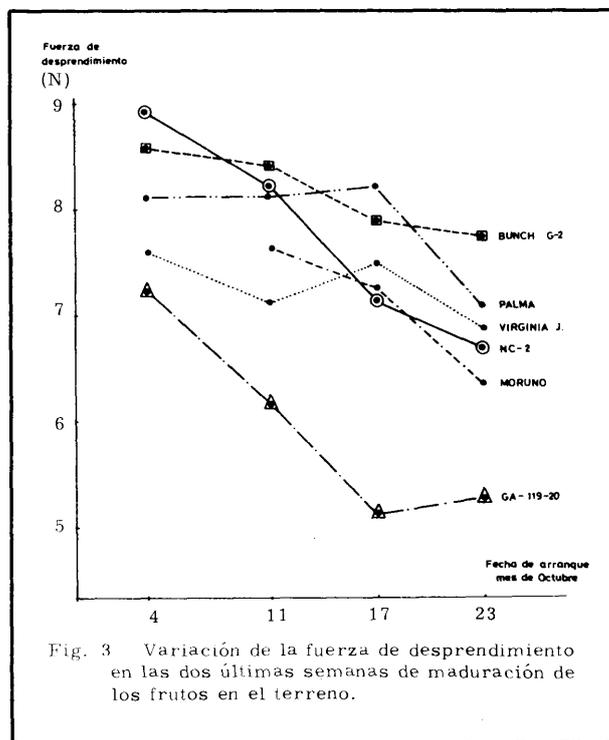


Fig. 3 Variación de la fuerza de desprendimiento en las dos últimas semanas de maduración de los frutos en el terreno.

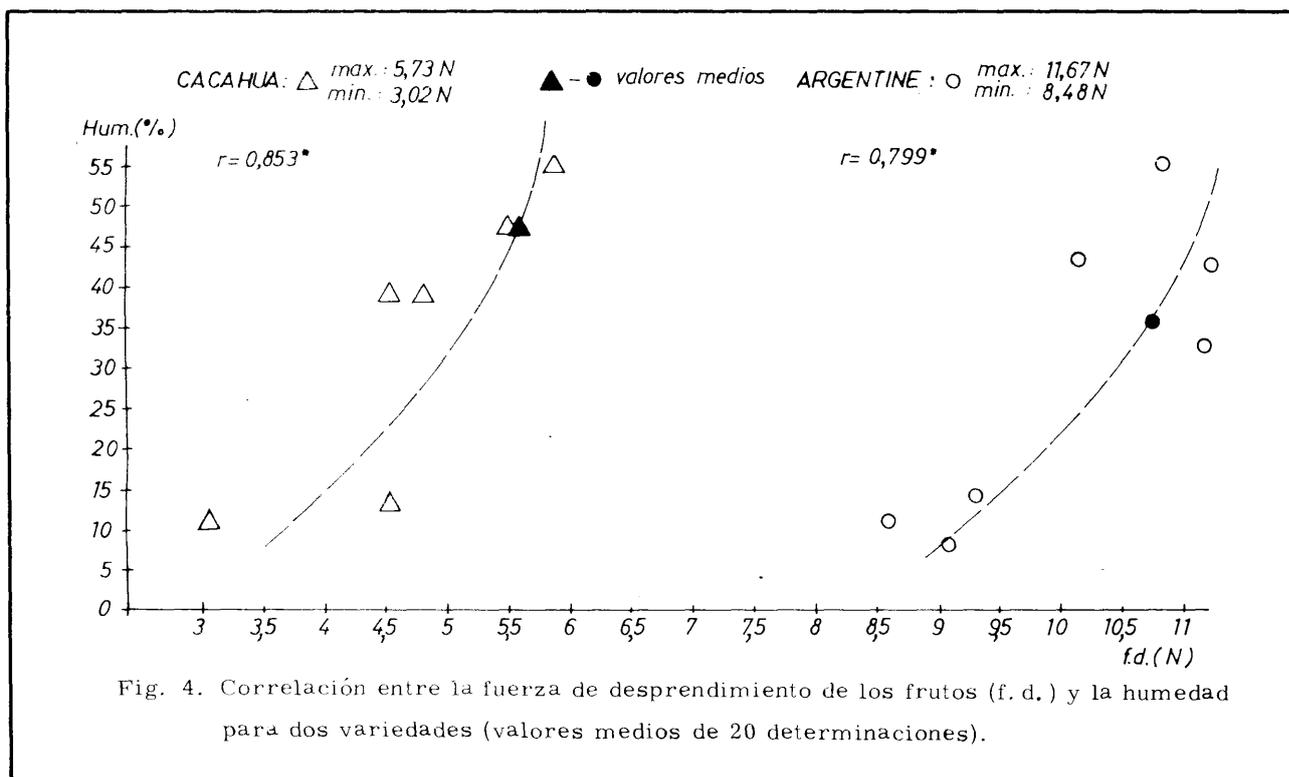


Fig. 4. Correlación entre la fuerza de desprendimiento de los frutos (f. d.) y la humedad para dos variedades (valores medios de 20 determinaciones).

efecto de la desecación sobre la f.d. es análogo en ambas variedades; y b) que los valores determinados en cada variedad no se solapan en absoluto con los de la otra, corroborando que la fuerza de desprendimiento es un carácter varietal bien definido, a pesar de su variabilidad.

**CUADRO 1**

VALORES MEDIOS DE F.D. PARA LAS OCHO VARIEDADES ENSAYADAS	
Variedad	f.d. (N)
Argentine	10,87
Bunch G-2	8,13
NC-2	7,72
Palma	7,87
Virginia Jumbo	7,28
Moruno	6,71
GA-119-20	5,92
Cacahua	5,85
Error típico	0,298

## 2. Resistencia de la cáscara a la compresión.

En la manipulación mecánica del cacahuete, la mayor parte de los daños se producen en la trilla y en el transporte por medio de tornillos sin fin u otros mecanismos. El daño se produce al someter el producto a una deformación excesiva por obligarlo a pasar por espacios de tamaño fijo, o a fuerzas excesivas por impacto. Para el cacahuete, la resistencia de la cáscara es esencial, pues su rotura implica un peligro inmediato de enranciamiento y podredumbre.

Los ensayos de resistencia, utilizando el compresiómetro descrito, indicaron diferencias importantes entre las variedades, así como un efecto esencial de la posición del fruto al serle aplicada la fuerza: la resistencia es diferente si se aplica la fuerza en un plano perpendicular al de la sutura, que si se aplica en un plano paralelo a ésta.

Un factor importante a considerar fué el de la humedad de los frutos. Las determinaciones se realizaron en dos fechas, variando la humedad

desde un 35-40 por 100 en la primera fecha, hasta un 10 por 100 (humedad de almacenamiento) en la segunda.

En la *posición plana* las diferencias entre variedades son muy importantes (cuadro 2), no apareciendo sin embargo significativo el efecto de la humedad. En algunas variedades la resistencia aumenta ligeramente con la desecación. En la rotura por aplastamiento en la posición plana hay que tener en cuenta que intervienen, además de la resistencia propia de la cáscara, la de la sutura, la posición de las semillas en el interior (que estén más o menos pegadas a la vaina) e incluso la forma de esta. De ahí la variabilidad de esta medida.

En la *posición de sutura*, la vaina, al serle aplicada la fuerza en un plano perpendicular, se abre por la misma ces la forma normal de "cascar" el cacahuete a mano, pues la resistencia es menor.

Como puede observarse, las variedades GA-119-20 y Cacahua son las que presentan una resistencia a la compresión más alta para ambas posiciones.

**CUADRO 2**

VALORES MEDIOS DE LA RESISTENCIA DE LAS VAINAS A LA COMPRESIÓN ENTRE DOS PLANOS PARALELOS EN POSICIÓN PLANA (PLANO PARALELO AL DE SUTURA) Y EN POSICIÓN DE SUTURA (SEGUN UN PLANO PERPENDICULAR AL DE LA MISMA) (N)		
Variedad	Posición plana	Posición de sutura
Argentine	24,1	43,5
Bunch G-2	22,4	42,8
NC-2	22,3	40,8
Virginia Jumbo	20,3	50,7
Moruno	18,7	63,9
Cacahua	22,3	68,7
Palma	21,8	40,0
GA-119-20	19,4	71,7
Error típico	4,5	

### 3. Separación mecánica de los frutos o trilla.

La finalidad de los ensayos de trilla o separación mecánica de los frutos del cacahuete fué el estudio de la correspondencia entre las propiedades físicas características de los materiales y su comportamiento en los procesos mecánicos en la práctica.

El primer grupo de ensayos se realizó con cuatro variedades con una humedad del grano alrededor del 30 por 100, que es la considerada como la más adecuada, lo que confirman los resultados (fig. 5 a). Una velocidad periférica muy baja (7,5 m/s) y la humedad indicada producen unas pérdidas por daños mínimas. Teniendo en cuenta que las pérdidas en la paja por una posible deficiencia en la separación de los frutos en los cilindros, debida a la baja velocidad de giro, son inexistentes, éstas son las condiciones más favorables para la trilla del cacahuete. El problema del bajo rendimiento que se obtendría si una cosechadora tuviera que trabajar demasiado lentamente, hace que se estudie la velocidad periférica máxima a la que puede llegarse sin exagerar los daños, y para cada variedad. En el caso de variedades de fruto pequeño y resistente puede llegarse hasta los 12 m/s sin daños notables; no así en las de vaina de 3-4 granos, donde los daños son elevados (mayores del 10 por 100) en cuanto la velocidad periférica supere los 10 m/s.

Los resultados del segundo grupo de ensayos, en condiciones: humedad del grano baja ( $\sim 20$  por 100) y humedad alta ( $\sim 40$  por 100) se recogen en la figura 5, b y c. El efecto de la humedad resulta fundamental en todos los casos.

Se delimita una zona de humedades, alrededor del 30 por 100 como la más favorable para la trilla o separación mecánica. Fuera de esta zona, el efecto varietal de resistencia queda minimizado, resultando unos daños considerables para todas las variedades; existe en estos casos de condiciones desfavorables la posibilidad de trabajar a velocidades mínimas, con lo que se conseguiría mantener los daños por debajo del 18 por 100.

### 4. Pérdidas y daños obtenidos en la experiencias de campo.

En el cuadro 3 se dan los valores medios de las pérdidas producidas para las distintas variedades

des a diferente grado de humedad en el momento de recogida. No especificamos las pérdidas en el arranque por coincidir prácticamente con la columna (1) del Cuadro 4: "Cacahuete que queda en el suelo", ya que aunque se producen algunas pérdidas en el cilindro recogedor de la cosechadora, éstas son muy reducidas, y se compen-

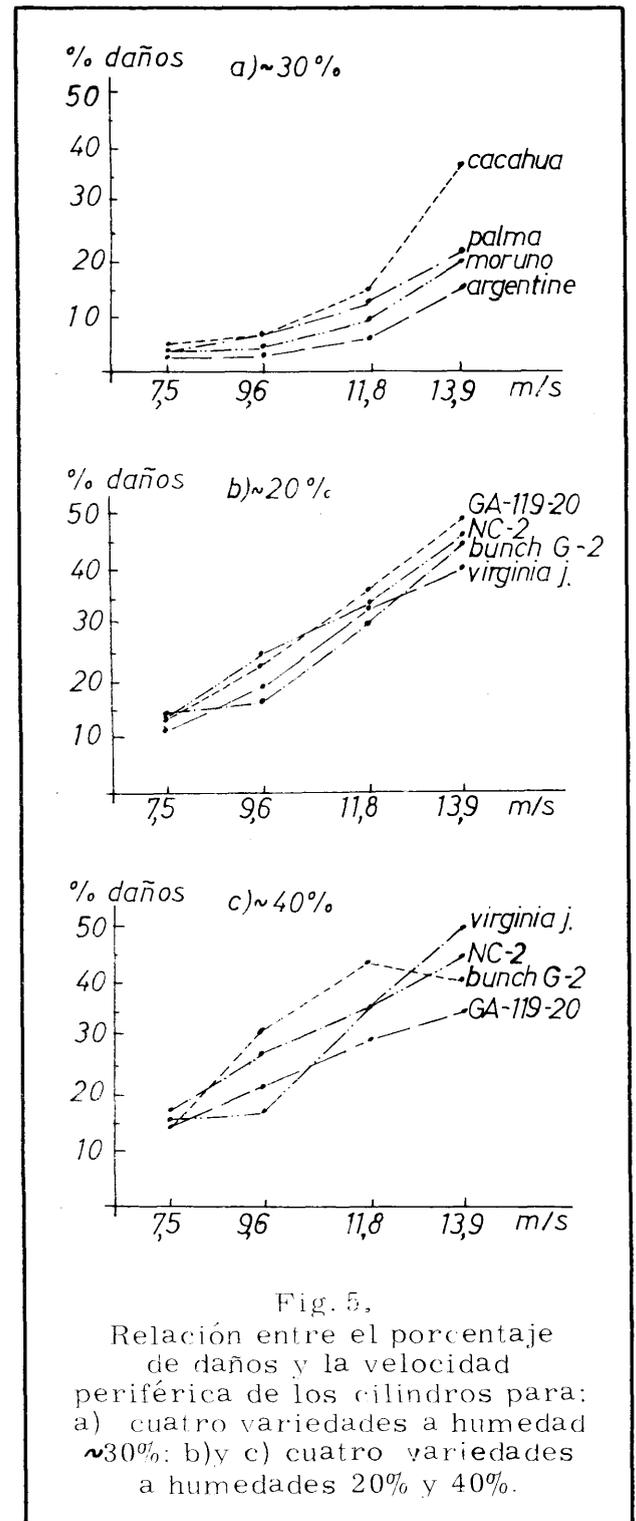


Fig. 5.  
Relación entre el porcentaje de daños y la velocidad periférica de los cilindros para: a) cuatro variedades a humedad  $\sim 30\%$ ; b) y c) cuatro variedades a humedades 20% y 40%.

san en general por entrar durante la recogida vainas sueltas dentro de la máquina.

Aunque los resultados obtenidos en las campañas 1972 y 1973 y 1978 proceden de equipos de recolección de marcas distintas, consideramos que su analogía mecánica es total, por

lo que incluimos dichos resultados en el mismo cuadro.

La variedad cultivada en el año 1978 en las Vegas Bajas del Guadiana no era pura, sino que consistía en una mezcla de Cacahua y Moruno en proporción variable.

CUADRO 3

PERDIDAS PRODUCIDAS EN LA COSECHADORA					
Variedad	Humedad (°/o)	(1) Cacahuete que queda en el suelo (°/o)	(°/o) Pérdidas dentro de la cosechadora		(4) Pérdidas Totales (1)(2)(3)
			(2) En los cilindros trilladores	(3) En los elementos de limpia	
1972 Cacahua	40	5,4	1,0	1,0	7,4
1972 Moruno	30	23,2	2,4	2,4	28,0
1973 Cacahua	20	1,8	-	2,4	4,2
1973 Palma	20	5,9	-	1,2	7,1
1973 NC-2	20	1,1	-	0,6	7,7
1978 Cacahua					
Moruno	31	11,2	2,4	2,5	16,1
1978 Cacahua					
Moruno	26	11,1	2,9	2,8	16,8

CUADRO 4

PORCENTAJES DE CALIDAD DEL CACAHUETE EN LA TOLVA DE LA COSECHADORA								
Variedad	Humedad °/o	Entero		Dañado		Partido		Impurezas °/o
		°/o bruto	°/o neto	°/o bruto	°/o neto	°/o bruto	°/o neto	
1972 Cacahua	40	-	82,0	-	4,2	-	13,6	-
1972 Moruno	30	-	65,0	-	15,7	-	19,3	-
1973 Cacahua	20	79,5	90,6	2,9	3,3	5,3	6,1	12,3
1973 Palma	20	67,0	81,5	3,9	4,7	11,4	13,8	17,7
1973 NC-2	20	86,4	91,5	4,5	4,8	3,5	3,7	5,6
1978 Mezcla de Cacahua y Moruno	31	67,5	75,6	11,4	12,7	10,4	11,7	10,7
1978 Cacahua Moruno	26	54,7	59,7	24,3	26,3	12,9	14,0	8,1

En general las pérdidas derivadas de la recolección mecánica del cacahuete oscilan entre el 4 y el 16 por 100, según el grado de humedad de los frutos y la regulación de las máquinas.

En el Cuadro 4 se dan los porcentajes de calidad del cacahuete en la tolva de la cosechadora para distintas condiciones y aunque es muy difícil comparar unos datos con otros por la variabilidad existente, podemos indicar que en condiciones medias de trabajo se puede esperar obtener alrededor del 70 por 100 de frutos enteros, un 10 por 100 de frutos dañados, un 10 por 100

de frutos partidos y un 10 por 100 de impurezas.

En general se aprecia que las variedades Caca-hua y NC-2 son las que mejores resultados dan en relación a su recolección mecánica por presentar menores pérdidas y al mismo tiempo los daños son más reducidos. En el caso de la primera, la forma alargada de la vaina puede ser causa de daños y pérdidas mayores si no se ajusta adecuadamente la máquina (velocidad baja, cribas adecuadas), así como su baja fuerza de desprendimiento de pérdidas en el arranque y recogida.

#### Referencias Bibliográficas

- RUIZ ALTISENT, M. 1972. "Recolección mecánica del cacahuete". MAG 6(7-8) 315-318.
- RUIZ ALTISENT, M. y ORTIZ-CAÑAVATE, J. 1973. "Mecanización del Cultivo del Cacahuete" MAG 7(12) 25-28.
- RUIZ ALTISENT, M. y ORTIZ-CAÑAVATE, J. 1974. "Adecuación para la trilla mecánica de las distintas variedades de Cacahuete". 6ª Conf. FIMA, Zaragoza.
- RUIZ ALTISENT, M. y ORTIZ-CAÑAVATE, J. 1974. "Mecanización de la recolección del Cacahuete" MAG 8(1) 17-22.
- RUIZ ALTISENT, M. y ORTIZ-CAÑAVATE, J. 1975. "Estudio de las propiedades mecánicas del cacahuete (*Arachis hypogaea*) que influyen en la adaptación de las variedades a la recolección mecanizada". Anales del INIA. Serie: Tecnología Agraria No. 2. 25-66.
- RUIZ ALTISENT, M. y ORTIZ-CAÑAVATE, J. 1976. "Physical Properties of peanuts related to Harvesting Mechanization." American Society of Agricultural Engineers Paper No. 76-6013.