



REPÚBLICA ARGENTINA
PODER EJECUTIVO NACIONAL
MINISTERIO DE PRODUCCIÓN

INSTITUTO NACIONAL de la PROPIEDAD INDUSTRIAL

TÍTULO DE PATENTE DE INVENCIÓN

AR093034B1

LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE PATENTES, CONFORME LO RESUELTO EN EL EXPEDIENTE RESPECTIVO Y EN VIRTUD DE LO DISPUESTO POR LA LEY 24.481 (T.O.1996), Y SU DECRETO REGLAMENTARIO (DECRETO 260/96, ANEXO II), EXTIENDE EN NOMBRE DE LA NACIÓN ARGENTINA EL PRESENTE TÍTULO A UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL; INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. INVENTOR / ES ADRIAN MARCELO CANZIAN; CARLOS ALBERTO MONTI; JOSE CRISANTI; EDUARDO ALFREDO FAVRET; HECTOR JOSE MARIA MORRAS; ANGEL ROMITO; MARCOS ANDRES ROBA; JUAN PABLO D AMICO; MARIO OMAR TESOURO.

QUE ACREDITA LA CONCESIÓN DE PATENTE DE INVENCIÓN SOBRE: ÓRGANO ACTIVO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA QUE INTERACTÚA CON EL SUELO, CON TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL MODIFICADA

CUYA DOCUMENTACIÓN ANEXA ES COPIA FIEL DE LA DEPOSITADA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL CONFORME A LO ESTABLECIDO EN EL ART. 35 DE LA LEY 24.481 (DECRETO 260/96 - ANEXO I), EL TÉRMINO POR EL QUE SE ACUERDA LA PATENTE ES POR VEINTE AÑOS IMPRORRIGABLES CONTADOS A PARTIR DE LA PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD, POR LO CUAL EXPIRARÁ EL DÍA: 16 DE OCTUBRE DE 2033.

BUENOS AIRES, 13 DE ABRIL DE 2020.



Patentes de Invención
Modelos de Utilidad



Marcas



Modelos y Diseños
Industriales



Transferencia de
Tecnología



Información
Tecnológica

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA PATENTE DE INVENCION

SOBRE

**“ÓRGANO ACTIVO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA QUE INTERACTÚA CON EL
SUELO, CON TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL MODIFICADA”**

SOLICITADA POR:

**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

CON DOMICILIO EN:

**Rivadavia 1439 . C1033AAE – Ciudad de Buenos Aires – Argentina
Sarmiento 440 7° - C1041AAJ – Ciudad de Buenos Aires - Argentina**

PRIORIDAD

Solicitud US 61/714.441 del 16 de octubre de 2012

INVENTORES:

Adrian Marcelo Canzian - Córdoba 4176, piso 6. Dto. A, Villa Ballester, Provincia de Buenos Aires, Argentina;

José Crisanti - Yapeyú 2045, Martínez, Provincia de Buenos Aires, Argentina;

Carlos Alberto Monti - Av. Boedo 378 piso 6. Dto. B, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina;

Eduardo Alfredo Favret - Lincoln 831, Castelar, Provincia de Buenos Aires, Argentina;

Héctor José María Morrás - Francisco Bilbao 2376, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina;

Angel Romito - Carlos Francisco Melo 4417, Florida, Provincia de Buenos Aires, Argentina;

Marcos Andrés Roba - Chubut 2229, Lanús Oeste, Provincia de Buenos Aires, Argentina;

Juan Pablo D'Amico - Sarmiento 551, Tres Arroyos, Provincia de Buenos Aires, Argentina;

Mario Omar Tesouro - Aráoz 2379, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

POR EL PLAZO DE 20 AÑOS

ÓRGANO ACTIVO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA QUE INTERACTÚA CON EL SUELO, CON TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL MODIFICADA

Área de la invención

La presente invención se refiere a mejoras en la topografía superficial de órganos activos o herramientas agrícolas que interactúan con el suelo, por ejemplo que efectúan el corte y/o la remoción del suelo. A los efectos de la presente invención las expresiones "órgano activo" y "herramienta" agrícolas se utilizan como sinónimos en forma indistinta en la descripción.

Antecedentes de la invención

Durante la acción mecánica que implica la remoción o disturbación del suelo, la adhesión del mismo a las herramientas agrícolas juega un rol importante, afectando tanto la calidad del trabajo como la eficiencia del proceso. Ciertas labores fundamentales, como la siembra, se efectúan preferentemente con elevado contenido de agua en el suelo pues ésta resulta favorable para obtener una rápida germinación y emergencia del cultivo. Sin embargo, en estas condiciones, la adhesión del suelo a los componentes del tren de distribución de la sembradora tales como cuchillas (coulters), cultivadoras (tillers), abresurcos (furrow openers) y tapadores (seed furrow closers) puede comprometer la correcta colocación de la semilla en el surco reduciendo la eficiencia de implantación. Es frecuente que la labor deba ser interrumpida debido al atoramiento de la sembradora, aunque las condiciones del suelo permitan el tránsito de los equipos. La reducción de la adhesión del suelo a las partes o herramientas activas permitiría, en primer lugar,

lograr aperturas y cierres de surcos que favorezcan una adecuada distribución y germinación de las semillas y en segundo lugar, anticipar el inicio del trabajo incrementando el tiempo disponible para llevar a cabo la tarea. Disponer de mayor tiempo implica aumentar la oportunidad de labor, lo cual posibilitaría reducir la potencia necesaria para efectuar la misma cantidad de trabajo y disminuir tanto los costos operativos como la aplicación de cargas superficiales que conllevan a la densificación del suelo.

Lo mencionado en el párrafo anterior es aplicable a los equipos que efectúan la incorporación de fertilizantes o plaguicidas al suelo, en forma previa a la implantación del cultivo mediante rastras de discos (Disk harrows) o con posterioridad a su emergencia, por medio de cultivadores (Row crop cultivators).

Un comentario aparte lo merecen las labores de labranza o descompactación (Tillage) llevadas a cabo mediante escarificadores (subsoladores, descompactadores y arados de cinceles) o utilizando arados convencionales o rastras de discos. Estos trabajos generan una profunda disturbación del suelo y por este motivo son los que demandan los mayores niveles de potencia. En este caso, la adhesión del suelo a los órganos activos hace a que la interacción entre estos y el suelo ocurra en una interfase suelo-suelo. Reducir dicha adhesión significa reemplazar la fricción suelo-suelo por la fricción entre el metal y el suelo, lo cual disminuye el requerimiento de energía de las tareas.

Por todo lo anterior, si se logra una menor adherencia del suelo sobre el metal no sólo se puede disminuir la fuerza de tracción demandada por los órganos activos con la consiguiente reducción del consumo de combustible, sino que, además, se puede ampliar la ventana temporal para la

realización de las labores reduciendo la potencia requerida.

En las últimas décadas el biomimetismo, es decir, sistemas artificiales de diseño, construcción, evaluación y manutención que se inspiren en sistemas vivos, ha abierto un campo fecundo de investigación para aplicaciones y soluciones de ingeniería. Estas innovaciones inspiradas en la naturaleza tienen su origen en los trabajos de Leonardo da Vinci sobre el estudio del vuelo de las aves. Dadas las características del tema, sin embargo, la primera patente inspirada en el biomimetismo no fue presentada hasta mediados de los años 50, correspondiente al diseño final del Velcro en 1955 por el ingeniero suizo George de Mestral. Hoy en día el análisis de los principios funcionales y estructurales de ciertas superficies biológicas permite su utilización en sistemas artificiales hechos por el hombre. Los ejemplos incluyen el efecto piel de tiburón para generar superficies con efecto anti fricción (superficie del fuselaje del Airbus 380), el efecto ojo de polilla para lograr superficies anti reflectantes (celdas solares), el efecto Gecko para el desarrollo de superficies de adherencia seca (adhesivos inteligentes) y el efecto lotus (planta del Loto, *Nelumbo nucifera*) para producir superficies ultrahidrófobas auto limpiantes, (pinturas Lotusan).

La solicitud de patente US 2009/0101370 A1 (Tasovski) divulga una hoja para bulldozer con una superficie de interacción de suelo con una disposición de protuberancias biomiméticas anti adhesivas que se proyectan desde la superficie de base. Las protuberancias pueden estar dispuestas en un patrón rectangular.

La solicitud de patente europea EP 2407671 A1 (Tei et al.) divulga un hoja de turbina con una disposición de cavidades

próximas al borde con el objeto de cambiar una capa límite desde flujo laminar a flujo turbulento. La solicitud enfrenta sólo temas aerodinámicos.

La patente US 5,172,770 (Moyle) divulga un extremo de reja de arado con depresiones en las proximidades del borde con el objeto de reducir el área de "huella" del arado. No se hace mención a ninguna distribución específica crítica o ventajosa de la disposición de las depresiones.

La patente US 6,532,855 B1 (Ward et al.) divulga una hoja de sierra que tiene una multiplicidad de cavidades discretas de diferente forma y ordenadas en forma aleatoria. No se hace mención a ninguna distribución específica crítica o ventajosa de la disposición de las cavidades.

La patente US 6,739,991 B1 (Wardropper) divulga un aparato y método para hacer una hoja de punta de flecha de cerámica que tiene características mejoradas con respecto a la fuerza, peso, y resistencia a la corrosión. La hoja puede tener cavidades en su superficie. Las cavidades se encuentran dispuestas en un patrón rectangular y no se hace mención a ninguna distribución específica crítica o ventajosa de las cavidades.

Resumen de la invención

Para reducir la adhesión del suelo a superficies sólidas de los componentes de la maquinaria agrícola, la presente invención aplica principios biomiméticos y características de la fauna del suelo para diseñar dichas superficies.

El fenómeno de adherencia incrementa la fuerza de tiro o de tracción requerida además del consumo de energía de la maquinaria, disminuyendo la calidad de trabajo. Los animales que habitan el suelo no tienen este problema y se mueven sin que el suelo se adhiera a ellos, debido a su

forma geométrica, hidrofobicidad, sistemas micro-electro-osmóticos, lubricación y flexibilidad de la superficie cuticular. Las características fisicoquímicas, mecánicas y geométricas de esas especies pueden ser usadas para el diseño de materiales y estructuras de herramientas agrícolas.

La presente invención aborda este problema modificando la topografía de la superficie de los cuerpos involucrados en las herramientas agrícolas. Esto tiene un profundo impacto ecológico y económico que da por resultado el ahorro de combustible y tiempo de trabajo. El diseño de la topografía macro y micro de la superficie de la herramienta de la presente invención es efectiva para reducir la adherencia del suelo a la superficie de las herramientas agrícolas con una notable e importante reducción en la fuerza de tracción y una incrementada capacidad de penetración de la herramienta, debido al reemplazo de fricción suelo-suelo por fricción suelo-metal.

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención un órgano activo o herramienta agrícola con una topografía de superficie modificada a fin de reducir la adherencia del suelo. La topografía está comprendida de elementos morfológicos.

Los inventores han encontrado que los órganos activos pueden ser sustancialmente mejorados, particularmente respecto a la demanda de fuerza de tracción al interactuar con el suelo, cuando su superficie es provista de cavidades ordenadas en un patrón de paralelogramo (hexagonal) cuya unidad morfológica es un triángulo equilátero.

En una realización más preferida los elementos o unidades son cavidades cónicas/semiesféricas con una densidad planar corregida (PDC), como se define a continuación en la presente solicitud, en el rango de 0.0161-0.0945,

correspondiente a una relación entre el radio de las cavidades (r) y la distancia (d), r/d en el rango de 0.067-0.161.

En las realizaciones más preferidas de la presente invención, el PD_c es 0.0299 o 0.05.

La profundidad de cavidad (h) depende del grosor del órgano activo y su diámetro ($2r$) depende del tamaño del órgano activo.

En las realizaciones más preferidas de la presente invención, la profundidad de cavidad es de aproximadamente 1 mm y su diámetro es de aproximadamente 2 mm.

En realizaciones preferidas de la presente invención, las cavidades son cónicas o semiesféricas, pero pueden tener otras morfologías diferentes, por ejemplo cilíndricas o piramidales. Puede aplicarse a la superficie del órgano activo una única morfología o una combinación de más de una morfología.

En otra realización preferida de la presente invención, la superficie de la herramienta ha sido tratada para retrasar o evitar el desgaste de los elementos o unidades.

En otra realización de la presente invención, las unidades morfológicas están ordenadas en hileras que están separadas a ángulos específicos una de otra.

En aún otra realización preferida de la presente invención, las unidades morfológicas están ordenadas en pequeños grupos que forman hileras que son paralelas o están separadas a ángulos específicos una de otra, más preferiblemente en el rango de 5° - 15° y más preferiblemente teniendo una distribución radial.

Los elementos morfológicos o unidades de la presente invención pueden ser preparadas mediante maquinado, depósito controlado de material, amolado, procesos

químicos, metalurgia láser o recubrimiento por plasma, aplicado en la superficie de la herramienta.

El órgano activo de corte y/o remoción del suelo de la presente invención puede ser por ejemplo una cuchilla (coulter), una púa o reja de una cultivadora (tiller), de un escarificador, de un arado convencional o los discos o casquetes de una máquina de discos.

Breve descripción de los dibujos

La invención será mejor entendida con referencia a la siguiente descripción de una realización específica de la misma como se muestra en los dibujos que la acompañan, en donde:

La **Fig. 1** es una vista detallada de la topografía morfológica de la superficie de la herramienta u órgano activo que muestra distribución de cavidades de acuerdo a una realización de la presente invención.

La **Fig. 2** es una vista detallada en corte transversal de una cavidad semiesférica en la superficie de la herramienta u órgano activo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La **Fig. 3** es una vista detallada en corte transversal de una cavidad cónica en la superficie de la herramienta u órgano activo, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La **Fig. 4** es una vista superior de una púa de acuerdo con la presente invención.

La **Fig. 5** es una vista en corte transversal de la púa de la **Fig. 4** a lo largo de la línea A-B.

La **Fig. 6** es una vista superior de un abresurcos de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

La invención será descripta en detalle haciendo referencia a los dibujos, como sigue:

La **Fig. 1** muestra una realización preferida de la unidad morfológica de una distribución de cavidades en la superficie del órgano activo, siendo la unidad un triángulo equilátero.

La **Fig. 2** es una vista detallada en corte transversal de una cavidad semiesférica en la superficie del órgano activo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La **Fig. 3** es una vista detallada en corte transversal de una cavidad cónica en la superficie del órgano activo, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La **Fig. 4** muestra una púa de la invención con una morfología de superficie que comprende una pluralidad de cavidades semiesféricas ordenadas en un patrón de paralelogramo (hexagonal), cuya unidad morfológica es un triángulo equilátero. En esta realización, las cavidades tienen una profundidad (h) de 0.5 mm y diámetro ($2r$) de 2 mm, y están separadas 10 mm lateralmente (d) y separadas 8.7 mm longitudinalmente (w).

La **Fig. 5** es una vista en corte transversal de la púa de la **Fig. 4** a lo largo de la línea A-B.

La **Fig. 6** muestra un abresurcos que comprende una pluralidad de cavidades uniformemente distribuidas en sus superficies.

Resultados experimentales

Una realización más preferida de la presente invención está basada en las características principales de la epidermis del tórax del escarabajo *Diloboderus abderus*.

Una prueba de trabajo es realizada empleando una herramienta u órgano activo agrícola que comprende cavidades cónicas o semiesféricas, teniendo un radio r y una profundidad h , separadas una distancia d siguiendo un patrón hexagonal y homogéneo sobre la totalidad de la superficie de la herramienta. El patrón de unidades morfológicas es definido como un triángulo equilátero con cavidades en cada esquina, como se puede apreciar en la **Fig. 1**. La densidad planar de unidad morfológica (PD) se define como el cociente entre la suma de todas las áreas parciales de cavidad dentro del triángulo (A_c) y el área total del triángulo (A_T)

$$A_T = d^2 \cdot (3)^{1/2} / 4$$

$$A_c = 3 \cdot 1/6 \cdot \pi \cdot r^2$$

$$A_c = \pi \cdot r^2 / 2$$

$$PD = A_c / A_T$$

Un factor de corrección (CF) tiene que ser aplicado a la densidad planar a fin de tener en cuenta las cavidades incompletas o parciales ubicadas en los bordes de la herramienta. Dicho CF se obtiene de la siguiente ecuación.

$$CF = (N + \sum n_i) / N$$

En donde N es el número de cavidades reales y n_i es la fracción de cavidad en el borde de la herramienta.

Por lo tanto, la densidad planar corregida (PD_c) es:

$$PD_c = A_c / (A_T \cdot (CF)^2)$$

La prueba de trabajo permite determinar la unidad morfológica más adecuada, cuya PD genera una diferencia en la demanda de fuerza de tracción, es decir, un consumo de potencia menor.

Las pruebas de campo fueron realizadas en suelo argiudol, ubicado en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INTA-Castelar, Argentina) con el objeto de comparar la demanda de fuerza de tracción entre un púa lisa ordinaria conocida y varias realizaciones preferidas de la invención, con topografía de superficie modificada, siendo todas las púas de idéntico tamaño.

Los resultados de las pruebas o ensayos se muestran en la siguiente Tabla I:

Tabla I: Características de la superficie de las púas utilizadas en las pruebas

Designación	Morfología del Elemento	Diámetro (mm)	Patrón	PD _c
Bio1	Cavidad Cónica/semiesférica	2	Hexagonal Homogéneo	0.0299
Bio2	Protuberancia Semiesférica	2	Hexagonal Homogéneo	0.0299
Bio3	Cavidad Cónica/semiesférica	2	Hexagonal Heterogéneo	0.0945/0.0299
Bio4	Cavidad Cónica/semiesférica	2	Hexagonal Homogéneo	0.0161
Bio5	Cavidad Cónica/semiesférica	2	Hexagonal Homogéneo	0.0945

Las mediciones de la fuerza de tracción requerida por las púas como se muestra en la Fig. 4 fueron realizadas utilizando un instrumento de captura de fuerza tri axial diseñado y desarrollado en el Laboratorio de Terramecánica e Implantación de Cultivos (IIR-INTA Castelar-Argentina) como parte del proyecto INTA PE AEAI 1703 "Mejoramiento de la implantación de los principales cultivos". Este dispositivo permite medir las reacciones del suelo en los

órganos activos probados en las direcciones axial, vertical y transversal en relación con la dirección del movimiento, además de la velocidad de avance instantánea y la profundidad de trabajo.

El área experimental fue dividida en cuatro sitios aceptablemente homogéneos. A su vez, dentro de dichos sitios y a fin de minimizar los errores causados por las variaciones en la condición del suelo, se delimitaron un número de sectores en donde surcos producidos por los diferentes diseños de púas fueron apareados aleatoriamente.

Así, cada sector representa entonces un bloque completo pues en él se incluyeron todos los tratamientos en cada una de las pruebas. El procedimiento de prueba consistió en hacer trabajar cada uno de los órganos activos a lo largo una trayectoria de aproximadamente 100 metros de longitud, a una velocidad efectiva de avance de $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ y una profundidad media de labor de 150 mm. El surco generado en el suelo es la unidad experimental. La demanda de fuerza requerida a lo largo de dichos caminos fue registrada por las celdas de carga electrónicas del instrumento y almacenadas a intervalos de un segundo en un sistema electrónico de registro de datos.

El procedimiento fue repetido entre nueve y dieciséis veces, de acuerdo con la cantidad de tratamientos evaluados en cada una de las pruebas. Los tratamientos y condiciones ambientales al momento de realizar las pruebas y los resultados obtenidos se muestran en las Tablas II a XIII

El procesamiento estadístico de datos fue llevado a cabo por un Análisis de Varianza (ANOVA) para un Diseño Completo de Bloque Experimental Aleatorio (RCBD).

En aquellas pruebas que comprendieron más de dos tratamientos, estas fueron contrastadas mediante una prueba de Dunnett. La hipótesis nula (H_0) que se refiere a la

indiferencia en el efecto de una modificación de superficie de una púa respecto a una púa lisa (control), fue rechazada cuando el nivel de significancia fue menor que 5% (0.05).

Adicionalmente, se realizaron contrastes ortogonales cuando fue necesario comparar diferentes diseños biomiméticos de púa entre sí o dos o más tratamientos en conjunto con respecto al control.

Tabla II: Tratamientos, sitios utilizados, humedad gravimétrica del suelo y su coeficiente de variación.

Prueba 1.

tratamiento	Sitios		Humedad Gravimétrica						
			(%)			CV (%)			
			Profundidad (mm)				Profundidad (mm)		
			0-100	101-200	Promedio	0-100	101-200	Total	
Lisa	Bio	1	I	26.4	24.1	25.2	13.3	9.6	11.5
			II	28.0	24.4	26.2	11.2	13.6	12.4
			IV	23.2	21.6	22.4	7.9	8.4	8.2

Tabla III: Tratamientos, sitios utilizados, humedad gravimétrica del suelo y su coeficiente de variación.

Prueba 2.

tratamiento	Sitios		Humedad Gravimétrica										
			(%)				CV (%)						
			Profundidad (mm)				Profundidad (mm)						
			0-50	51-100	101-150	Promedio	0-50	51-100	101-150	Total			
Lisa	Bio	Bio	1	2	I	30.7	28.8	28.3	29.2	5.6	6.9	6.2	6.23
					II	28.6	29.2	28.5	28.8	9.5	5.3	2.6	5.78
					III	31.2	29.6	29.0	30.0	5.7	4.6	4.1	4.83
					IV	27.5	27.1	26.4	27.0	3.9	5.3	2.7	3.99

Tabla IV: Densidad aparente del suelo y coeficiente de variación de los sitios utilizados en la prueba 2.

Sitio	Densidad aparente							
	g cm ⁻³				CV (%)			
	Profundidad (mm)				Profundidad (mm)			
	0-50	51-100	101-150	Promedio	0-50	51-100	101-150	Total
I	1.18	1.24	1.28	1.23	5.1	5.7	4.1	4.98
II	1.14	1.25	1.30	1.23	5.3	3.1	1.4	3.28
III	1.13	1.22	1.27	1.21	6.8	3.6	2.3	4.21
IV	1.24	1.28	1.32	1.28	6.5	5.4	4.9	5.58

Tabla V: Resistencia del suelo a la penetración y coeficiente de variación de los sitios utilizados en la prueba 2.

Sitio	Resistencia a la Penetración (IC)									
	kPa					CV (%)				
	Profundidad (mm)					Profundidad (mm)				
	0-50	51-100	101-150	151-200	Promedio	0-50	51-100	101-150	151-200	Total
I	686	1178	2143	2488	1624	60.4	49.7	32.6	20.8	40.9
II	553	918	1978	2207	1414	66.4	50.9	37.5	31.2	46.5
III	501	1152	1609	2182	1361	62.7	29.0	35.2	25.2	38.1
IV	678	1449	1946	2232	1577	75.6	35.4	25.8	27.9	41.2

Tabla VI: Tratamientos, sitios utilizados, humedad gravimétrica del suelo y su coeficiente de variación.

Prueba 3.

Tratamiento			sitio	Humedad Gravimétrica					
	Bio	Bio		(%)			CV (%)		
			Profundidad (mm)			Profundidad (mm)			
			0-100	101-200	Promedio	0-100	101-200	Total	
Lisa	1	3	I	23.7	25.7	24.7	11.2	8.2	9.7
			II	20.1	25.0	22.5	9.6	18.1	13.8
			III	25.2	27.7	26.5	7.1	14.8	11.0
			IV	19.7	22.5	21.1	7.5	16.9	12.2

Tabla VII: Tratamientos, sitios utilizados, humedad gravimétrica del suelo y su coeficiente de variación.

Prueba 4.

Tratamiento				Sitio	Humedad Gravimétrica							
	Bio	Bio	Bio		(%)				CV (%)			
				Profundidad (mm)				Profundidad (mm)				
				0-50	51-100	101-150	Promedio	0-50	51-100	101-150	Total	
Lisa	1	4	5	I	33.1	30.0	29.9	31.0	6.0	7.9	2.9	5.6
				II	25.3	27.9	30.2	27.8	2.7	9.4	14.6	8.9
				III	32.5	34.6	29.9	32.3	0.3	2.1	15.9	6.1
				IV	24.9	27.4	25.0	25.8	2.2	7.3	12.8	7.4

Tabla VIII: Densidad aparente del suelo y coeficiente de variación de los sitios utilizados en la prueba 4.

Sitio	Densidad aparente							
	g cm ⁻³				CV (%)			
	Profundidad (mm)				Profundidad (mm)			
	0-50	51-100	101-150	Promedio	0-50	51-100	101-150	Total
I	1.11	1.23	1.22	1.19	3.8	4.7	1.6	3.4
II	1.27	1.39	1.39	1.35	14.1	8.1	3.4	8.5
III	1.04	1.24	1.34	1.20	10.6	1.5	6.1	6.0
IV	1.31	1.40	1.47	1.39	6.0	5.0	2.1	4.4

Tabla IX: Resistencia del suelo a la penetración y coeficiente de variación de los sitios utilizados en la prueba 4.

Sitio	Resistencia a la Penetración (IC)									
	kPa					CV (%)				
	Profundidad (mm)					Profundidad (mm)				
	0-50	51-100	101-150	151-200	Promedio	0-50	51-100	101-150	151-200	Total
I	343	694	795	1182	753	28.9	33.1	45.5	45.7	38.3
II	516	737	710	1041	751	36.4	33.5	36.0	32.8	34.7
III	569	546	1201	1716	1008	58.1	51.6	44.0	39.1	48.2
IV	580	604	819	1068	768	81.2	71.3	49.7	46.9	62.3

Resultados de las pruebas

Prueba 1

En la primera prueba, principalmente exploratoria, dos púas fueron utilizadas. Una de ellas, una púa ordinaria designada como Lisa (control) fue pulida en su superficie activa. La otra, designada como Biol, después de ser

pulida, fue superficialmente modificada como se indica en la Tabla I. La demanda de tracción promedio con la púa lisa fue de 109.68 kg, y cuando se utilizó la púa Bio1 se obtuvo una reducción aproximada de 7% dado que en este caso la demanda de tracción promedio alcanzó los 101.97 kg. El error de medición estándar fue de 2.25 kg (2.1%) en el caso de la púa lisa y 2.0 kg (2.0%) para la púa Bio1, en un total de 807 datos. La probabilidad de que esta diferencia sea debido al azar fue menos que 0.01% ($Pr > F < 0.0001$), como se muestra en la Tabla X.

Tabla X: Análisis de varianza. Variable dependiente: F1.
Error Tipo III

Tratamiento	Promedio F1 (kg)	N	Cuadrados medios		F	Pr > F
			Tratamiento	Error		
Lisa	109.68	366				
Bio1	101.97	441	9796.1	310.0	31.6	<0.0001

Referencia: F1: Fuerza axial

Prueba 2

En la segunda prueba, las púas mencionadas anteriormente fueron ensayadas nuevamente, incluyendo además otro diseño de púa diferente designado Bio2. Éste tenía una distribución de unidad morfológica similar a la de Bio1, pero teniendo protuberancias en lugar de cavidades, como se indica en la Tabla I. Las demandas de fuerza de tracción promedio fueron 126.44 kg, 122.58 kg y 140.63 kg para la púa lisa, Bio1 y Bio2 respectivamente. El error de medición estándar fue entre 1.93 kg y 1.94 kg, para un total de 2281 datos. Bio2 se diferenciaba claramente de las otras dos púas, confirmando la observación hecha durante la prueba donde mostró poca habilidad para la auto limpieza, como se indica en la Tabla XI.

Tabla XI: Análisis de varianza y prueba de Dunnett.

Variable Dependiente: F1. Error Tipo III

Tratamiento	Promedio F1 (kg)	Dunnett Pr < t	N	Cuadrados medios		F	Pr > F
				Tratamiento	Error		
Lisa	126.44		769				
Bio1	122.58	< 0.0001	756	58602.2	282.6	34.3	<0.0001
Bio2	140.63	1.000	756				

Referencias: F1: Fuerza axial; Dunnett: Control: púa lisa

Prueba 3

Una tercera prueba fue realizada con las púas lisa y Bio1, incluyéndose además una púa diferente que tenía una mayor densidad de cavidades en el extremo frontal, designada Bio3. Las demandas de fuerza de tracción promedio fueron 145.19 kg, 141.43 kg y 148.52 kg para las púas lisa, Bio1 y Bio3 respectivamente. En el mismo orden, el error de medición estándar fue de 2.46 kg, 2.48 kg y 2.54 kg para un total de 1669 observaciones. Bio3 mostró un valor promedio mayor que el de la púa lisa, pero sin significancia estadística. La diferencia en demanda de fuerza de tracción más importante, aproximadamente 5%, fue entre las púas Bio3 y Bio1, la cual alcanzó el umbral de significancia estadística, como se puede apreciar en la Tabla XII.

Tabla XII: Análisis de varianza y prueba de Dunnett.

Variable Dependiente: F1. Error Tipo III

Tratamiento	Promedio F1 (kg)	Dunnett Pr < t	N	Cuadrados medios		F	Pr > F
				Tratamiento	Error		
Lisa	145.19		572				
Bio3	148.52	1.0000	562	8718.2	345.7	25.2	<0.0001
Bio1	141.43	0.0009	535				

Referencias: F1: Fuerza axial; Dunnett: Control: púa lisa

De estos resultados surge que posiblemente habría un límite o valor óptimo en la densidad de las cavidades para obtener una topografía de superficie favorable, y confirma las ventajas de las características morfológicas de la herramienta agrícola de la presente invención.

Prueba 4

La cuarta prueba incluye dos nuevas púas diferentes. Una con cavidades dispuestas de forma menos densa que las de Bio1, designada Bio4 y otra con mayor densidad, designada Bio5, ambas con un patrón de distribución idéntico y uniforme. Los mejores resultados en demanda de fuerza de tracción fueron obtenidos con púas Bio1 y Bio4 con demandas de aproximadamente 96.2 Kg mientras que las púas lisa y Bio5 requirieron una fuerza de tracción de 100.2 Kg y 98.25 Kg respectivamente. Estos resultados están listados en la Tabla XIII a continuación.

Tabla XIII: Análisis de varianza y prueba de Dunnett.

Variable Dependiente: F1. Error Tipo III

Tratamiento	Promedio F1 (kg)	Dunnett Pr < t	N	Cuadrados medios			
				Tratamiento	Error	F	Pr > F
Lisa	100.19		581				
Bio4	96.16	0.0002	558				
Bio5	98.04	0.0507	592	1895.3	309.2	6.13	0.0004
Bio1	96.24	0.0002	586				

Referencias: F1: Fuerza axial; Dunnett: Control: púa lisa

De los resultados de las pruebas anteriormente mencionadas se puede apreciar claramente que las modificaciones de la topografía del órgano activo en una herramienta agrícola

afecta la eficiencia de energía con la cual se realiza el trabajo.

La intensidad de dicho efecto es una función de las características geométricas de las unidades morfológicas y su densidad y distribución.

De manera imprevisible frente al estado del arte, los mejores resultados fueron obtenidos con cavidades cónicas o semiesféricas dispuestas en un patrón de paralelogramo (hexagonal), cuya unidad morfológica es un triángulo equilátero, en donde el PD_c se encuentra en el siguiente rango: $0.0161 < PD_c < 0.0945$.

Este resultado indica que el radio de las cavidades y la distancia entre ellas se relacionan de la siguiente manera:

$$0.067 < r/d < 0.161$$

Reivindicaciones

1. Una herramienta agrícola que comprende una topografía de superficie modificada para reducir la adherencia de suelo, comprendiendo la topografía de superficie modificada una pluralidad de cavidades cónicas o semiesféricas en una superficie de la herramienta agrícola dispuestas en un patrón de paralelogramo formado por una pluralidad de unidades morfológicas, caracterizada porque cada unidad morfológica es un triángulo equilátero con una cavidad en cada esquina, en donde la pluralidad de cavidades tiene:

una densidad planar corregida (PD_C) en el rango de 0,0161–0,0945, en donde PD_C se define como sigue:

$$PD_C = A_C / (A_T \cdot (CF)^2)$$

en donde A_C es una suma de todas las áreas parciales de cavidad dentro del triángulo equilátero, A_T es un área total del triángulo y CF es un factor de corrección que se obtiene como sigue:

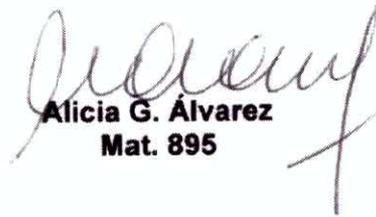
$$CF = (N + \sum n_i) / N$$

en donde N es un número de cavidades reales y n_i es una fracción de cavidad en un borde de la herramienta, y

una relación r/d en un rango de 0,067-0,161, en donde r es un radio de las cavidades y d es una distancia entre cavidades.

2. La herramienta agrícola de la reivindicación 1, caracterizada porque el PD_C es 0,0299.
3. La herramienta agrícola de la reivindicación 1, caracterizada porque el PD_C es 0,05.
4. La herramienta agrícola de la reivindicación 1, caracterizada porque la pluralidad de unidades morfológicas están ordenadas en hileras que están separadas a ángulos específicos una de otra.
5. La herramienta agrícola de la reivindicación 1, caracterizada porque la pluralidad de unidades morfológicas están ordenadas en grupos que forman hileras que son paralelas o están separadas a ángulos específicos una de otra.
6. La herramienta agrícola de la reivindicación 5, caracterizada porque dichos ángulos están en el rango de 5°-15°.
7. La herramienta agrícola de la reivindicación 6, caracterizada porque dichas hileras

8. La herramienta agrícola de la reivindicación 1, caracterizada porque la herramienta agrícola es una cuchilla (coulter), una pala, una púa o reja de una cultivadora (tiller), un abresurcos o una tapadora de surcos, un escarificador, un arado de cincel y un subsolador.



Alicia G. Álvarez
Mat. 895

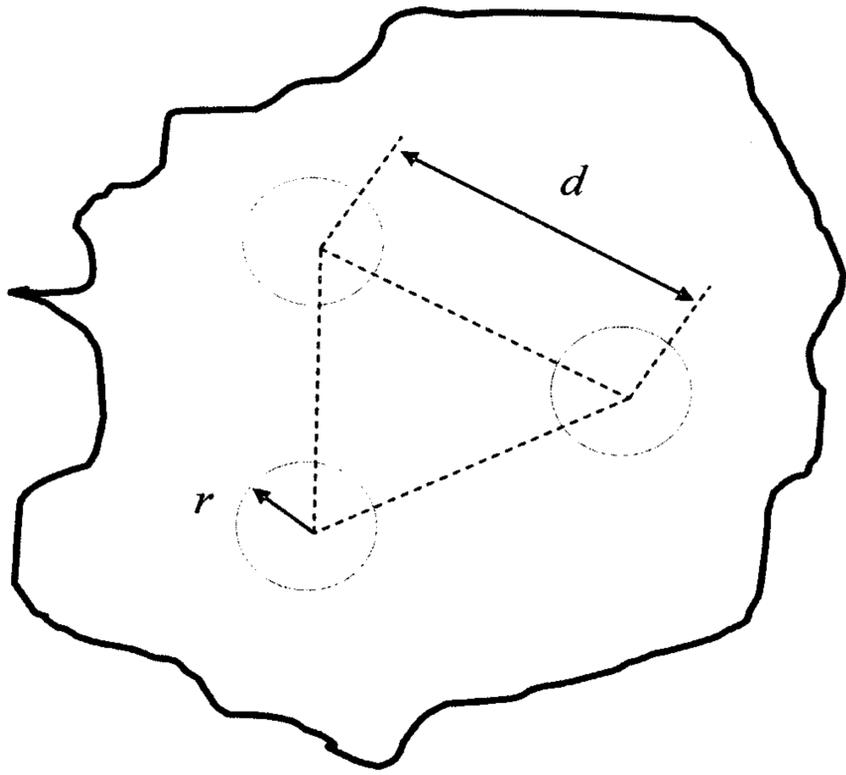


Figura 1

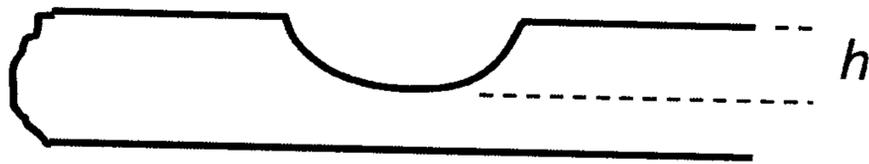


Figura 2

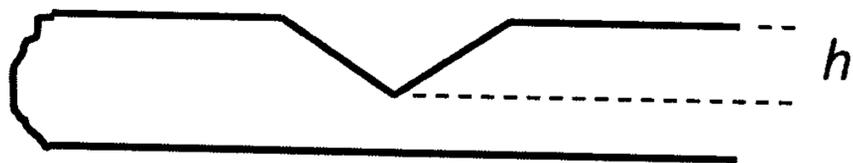


Figura 3

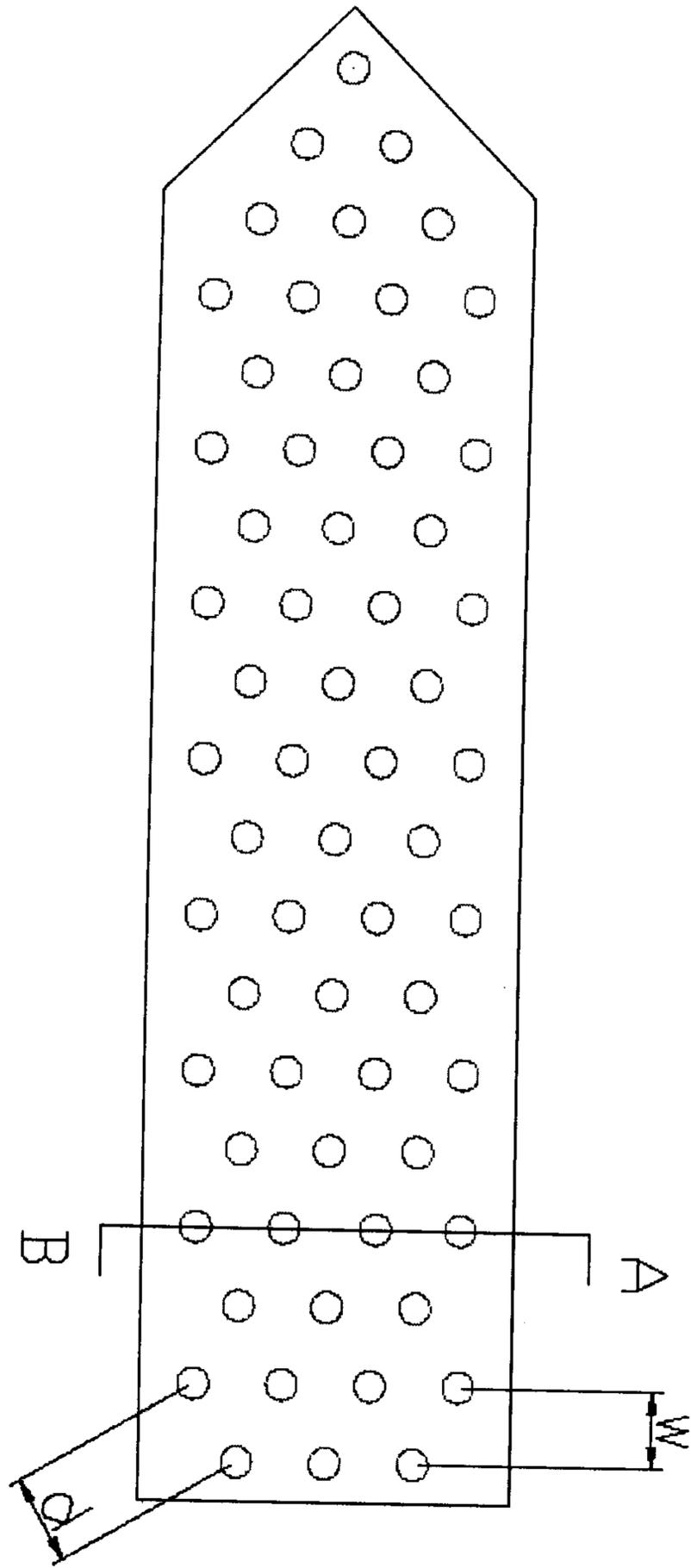


Figura 4

AB

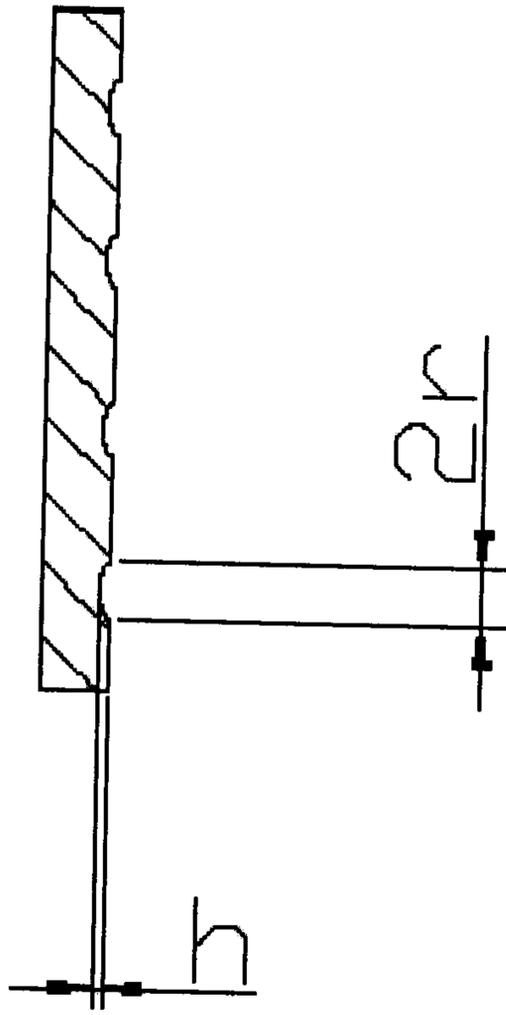


Figura 5

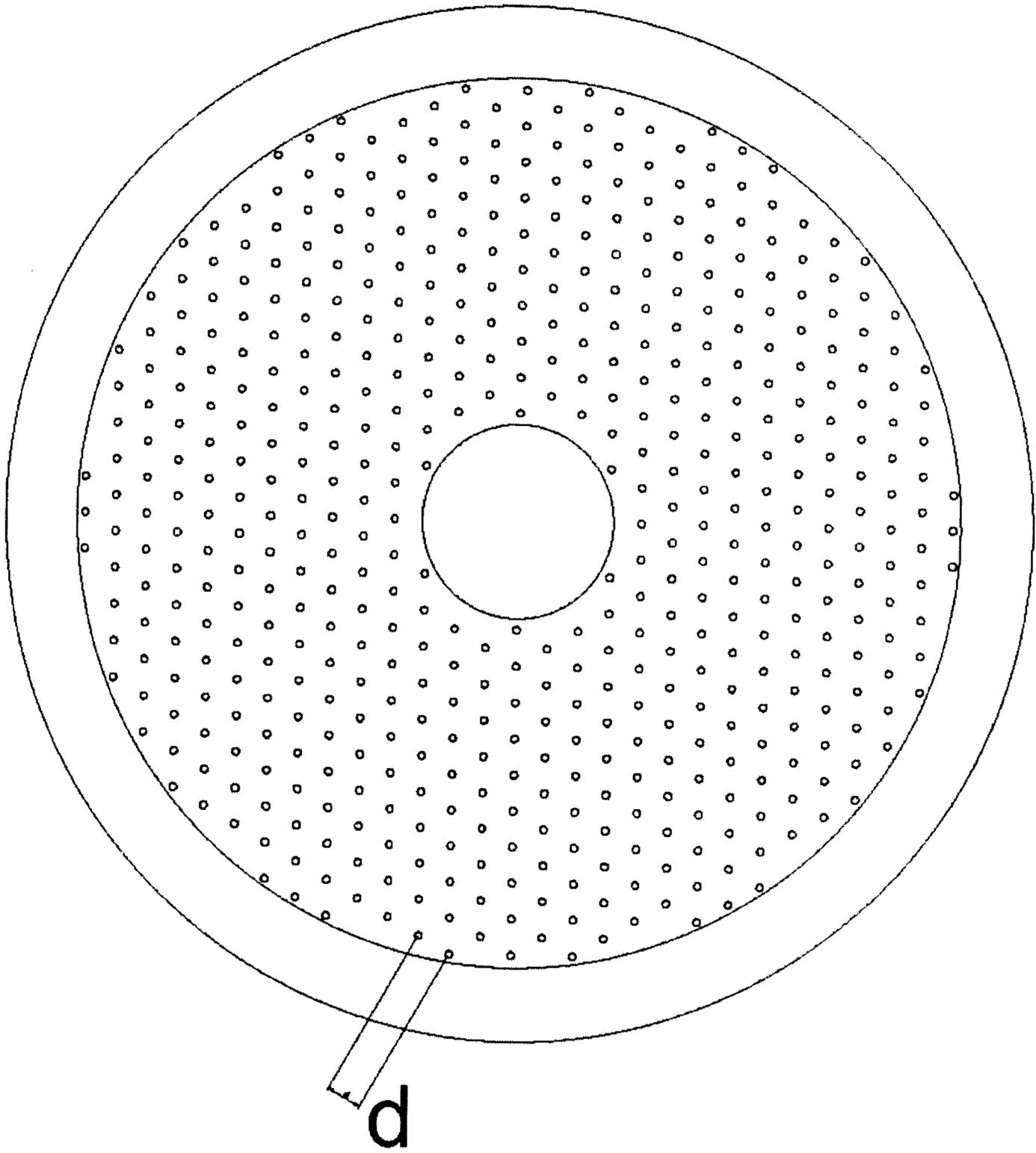


Figura 6



REPÚBLICA ARGENTINA

(10) PATENTE DE INVENCION

(11) RESOLUCION NUMERO: AR093034B1

(--) DISPOSICION GDE NUMERO: DI-2020-72-APN-ANP#INPI

(24) FECHA DE RESOLUCION: 13/04/2020

(--) FECHA DE VENCIMIENTO: 16/10/2033

(21) ACTA NUMERO: P20130103755

(22) FECHA PRESENTACION:16/10/2013

(51) INT.CL.7 : A01B 1/02, A01B 15/02

(30) PRIORIDAD CONVENIO DE PARIS

(31) 61/714,441, 16/10/2012, US

(54) TITULO :ORGANO ACTIVO DE MAQUINARIA AGRICOLA QUE INTERACTUA CON EL SUELO, CON TOPOGRAFIA SUPERFICIAL MODIFICADA

(71) TITULAR :

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

---- CON RESIDENCIA EN :

SARMIENTO 440 7° CAPITAL FEDERAL, (1347), País AR
RIVADAVIA 1439 C.A. DE BS. AS. 1033, País AR

(74) AGENTE :895