

CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN AGRO-TECNOLÓGICA DEL EXUDADO DE *CERCIDIUM PRAECOX* (GOMA DE BREA)

Patricia Montoya. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – UNC
pmontoya,@unc.edu.ar

Fernanda Maldonado, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – UNC
fsmaldonado@hotmail.com.ar

Florencia Sosa, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – UNC
florencia.sosacortes@gmail.com

Jorge Cosiansi, Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNC
jocosian@gmail.com

Resumen— La Brea o Palo Verde (*Cercidium praecox*) es una especie arbórea que se encuentra distribuida en las regiones áridas de Argentina, mayoritariamente en las regiones fitogeográficas Del Monte y Chaqueña, la cual abarca el Valle de Traslasierra de la Provincia de Córdoba. El árbol produce en su tronco y ramas un exudado en forma de goma como resultado de heridas que se realizan en la corteza.

En este trabajo se evaluó la posibilidad de utilizar la goma como recubrimiento de semillas de maní. Esta aplicación agrotecnológica surge de la necesidad de aumentar la resistencia del tegumento de la semilla de maní en la manipulación mecánica antes y durante su siembra. El estudio se inició con el análisis físico-químico de la brea bruta. Se realizaron ensayos de dispersión de brea en agua y se definieron densidad y viscosidad de cada producto obtenido. Se exploraron dos métodos de recubrimiento de maní y se estableció el procedimiento óptimo.

La caracterización del producto final abarcó ensayos de germinación, tratamiento mecánico y absorción de agua a diferentes humedades relativas. El conjunto de resultados muestran que se podría considerar a este biopolímero como material para recubrir maní.

Complementando el uso práctico, se realizó una proyección productiva de la brea, para evaluar la posibilidad de su aplicación a gran escala.

Palabras Clave - Goma de Brea, biorecubrimiento, maní

1. Introducción

La Brea o Palo Verde *Cercidium praecox* es una especie forestal perteneciente a la familia de las Leguminosas, cuya distribución geográfica natural se extiende en el noroeste argentino (NOA) en las regiones cálidas con régimen hídrico seco, inclusive en zonas semidesérticas como en la región del Monte Occidental. Adopta la forma de árbol (de 4 a 5 m de altura) con un tronco principal definido de 10 a 30 cm de diámetro, corto, tortuoso y de corteza lisa, caracterizada por su color verde claro. Las ramas también son tortuosas y de igual color [1]. Generalmente en cada nudo hay espinas, casi siempre solitarias, de hasta 2 cm de longitud [2].

El árbol produce en su tronco y ramas un exudado en forma de goma como resultado de heridas que se producen en la corteza; es un líquido de alta viscosidad, hidrocoloide, comestible, biodegradable, de sabor débilmente azucarado y color amarillo dorado pálido, el cual se torna rojizo a medida que se solidifica en contacto con el aire [1].

La extracción para su aprovechamiento se basa en la realización de incisiones en el tronco y ramas gruesas para que el árbol segregue la goma (Figura 1); la cosecha se realiza antes que cicatrice la herida. La goma recién segregada es de consistencia semi-líquida y a medida que se va solidificando en contacto con el aire, toma diversas coloraciones hasta llegar a un amarillo rojizo en el punto de mayor consistencia [3]. Un árbol adulto puede secretar entre 100 y 300 g de goma al año, pero existe mucha variabilidad de acuerdo a la época y al árbol.



Figura 1. Detalle de herida realizada con serrucho, al inicio y a los 30 días
Fuente: Zapata y col., 2015

En la región de Chancaní, provincia de Córdoba, la producción de goma brea es muy variable entre los individuos, los rodales y las condiciones de sitio. Algunos resultados permiten expresar que la mayor producción de goma se obtiene de individuos de tamaños intermedios (entre 5 y 20 cm de diámetro en su tronco principal), siendo escasa a nula la producción en árboles muy pequeños o en los de mayor diámetro [4].

El hidrocoloide se compone de residuos de L-arabinosa, D-xilosa, D-ácido glucurónico y 4-O-metil-D-ácido glucurónico, asociados con pequeñas cantidades de proteínas que contribuyen a sus propiedades emulsionantes. La estructura principal que caracteriza la Goma Brea parece ser la de un D-xilano con uniones β -(1,4) y algunos enlaces (1,2), que está fuertemente sustituido en el oxhidrilo del carbono 2 por cadenas cortas ramificadas con residuos de D-xilosa, L-arabinosa y ácido glucurónico [5]. Posee propiedades semejantes a la goma arábica utilizada como espesante en distintas industrias, especialmente la alimenticia debido a que no contiene sustancias tóxicas. La incorporación de la goma brea al código alimentario argentino como aditivo alimentario (2013) y su comportamiento similar a la goma arábica, con la ventaja de dar soluciones más viscosas a iguales concentraciones respecto a la arábica, permite utilizarla como un reemplazo directo [4].

Por otra parte, el maní *Arachis hypogaea* L., dicotiledónea de la familia de las leguminosas es una planta herbácea, de porte erecto o rastrero, existiendo formas intermedias. Los cultivares erectos alcanzan alturas de 0,35 a 0,45 m, mientras que los rastreros poseen ramas de hasta 1,20 m de longitud.

Las semillas son alargadas o redondeadas, a veces con los extremos achatados oblicuamente, en especial el opuesto al embrión. Se encuentran cubiertas por un tegumento seminal muy delgado que puede ser colorado, rosado, rosado pálido, violáceo, negro, overo, jaspeado o albo. Dicho tegumento actúa como barrera física a la penetración de los hongos y regula el

intercambio de agua entre el ambiente y la semilla [6]. La producción de maní en Argentina se concentra en la provincias de Córdoba (90 %), además de San Luis y La Pampa, y producciones marginales en departamentos de Salta y Jujuy [7]. La semilla debe ser protegida por una película de fungicida y cualquier curasemillas empleado debe ser aplicado procurando una cobertura uniforme de producto, con mecanismos de tratamiento suave. El tegumento debe mantenerse intacto en la semilla para asegurar la germinación.

En el presente trabajo, se propone realizar una caracterización física y química de la goma de Brea de origen cordobés y evaluar su factibilidad como recubrimiento de semillas de maní, con el objetivo de aumentar su resistencia durante la manipulación agrícola; fomentando el desarrollo de economías regionales con menores recursos y afianzando el producto local en el mercado nacional.

2. Materiales y Métodos

Las muestras de goma de Brea fueron aportadas por el Ingeniero Agrónomo Rubén Coirini perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional de Córdoba; y cosechadas en la localidad de Chancaní, situada en el departamento Pocho de la provincia de Córdoba. Las semillas de maní trabajadas fueron provenientes de la localidad de General Cabrera, de la provincia de Córdoba. Todos los reactivos utilizados fueron grado analítico, fungicida comercial Rancona DIMENSION®; se utilizaron instalaciones, materiales y equipamiento de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, la Facultad de Ciencias Agropecuarias y el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos todos pertenecientes a la Universidad Nacional de Córdoba. Los ensayos de tracción se realizaron en el Instituto Superior de Investigación, Desarrollo y Servicios en Alimentos.

2.1. Molienda y clasificación

La molienda se llevó a cabo utilizando un molino de martillos; se seleccionó la malla N° 4, debido a que permitió obtener la reducción de tamaño deseada sin llegar a un calentamiento excesivo del equipo durante la operación. La clasificación por tamaño se realizó mediante un tamiz vibratorio utilizando la siguiente serie de mallas ASTM: N° 16, N° 30, N° 40, N° 70 y N° 100. El particulado retenido en la malla N° 16 se volvió a moler para trabajar con el resto de los tamaños. Las fracciones se definieron como R30, R40, R70 y R100 y cada una corresponde al retenido en dicho tamiz.

2.2 Caracterización físico-química

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Determinación de impurezas: se utilizaron muestras de tres tamaños diferentes de partículas: R30, R40 y R70. De cada fracción, se tomó 1 gramo para cada réplica y se mezclaron con 50 mL de agua destilada. Se filtraron a través de filtro de papel Double Rings N° 201 de peso seco conocido. El retenido junto con el papel de filtro se llevó a una estufa de circulación forzada a 100-105 °C hasta alcanzar peso constante. Se colocaron en un desecador para enfriar a temperatura ambiente. Se pesaron y registraron los valores.

Determinación de humedad: se realizó siguiendo la Técnica 934.01, AOAC Internacional (1999) [8]. Se colocaron 5 g de cada muestra en cápsulas de porcelana y se llevaron a una estufa de circulación forzada a 100-105 °C hasta peso constante. Luego se colocaron en un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente, se pesaron y registraron los valores.

Determinación de cenizas: se realizó de acuerdo a la técnica AOAC, 923.03 Internacional (1999) [8]. Se pesaron 5 gramos cada una, se colocaron en crisoles de porcelana previamente calcinados y tarados y se llevaron a una mufla a 600°C hasta calcinación completa durante 24 horas. Luego se dejaron enfriar en un desecador a temperatura ambiente, se pesaron y se registraron los valores obtenidos.

Determinación de grasas libres totales: se determinaron por el método Soxhlet, utilizando n-hexano como solvente: método oficial de análisis de la AOAC, 920.39 [8]. Se emplearon muestras de 7 gramos.

Determinación de proteínas: se realizó siguiendo el Método Oficial de Análisis de AOAC Internacional (1999), 984.13 [8], para la determinación de nitrógeno orgánico. Para la cuantificación de proteína se aplicó el factor general de conversión 6,25.

Determinación de hidratos de carbono: se determinaron por diferencia, utilizando la fórmula descrita por Bernal [9].

$$\text{Hidratos de carbono} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lípidos}) \quad (1)$$

Dispersión en agua: el tiempo de dispersión de brea en agua se determinó en función del tamaño de partícula y temperatura de trabajo simultáneamente. El experimental tomó tres niveles para el tamaño de partícula y dos niveles para temperatura (Tabla 1). La cantidad de brea a dispersar en agua, fue la necesaria para lograr un producto final de 10 %.

Tabla 1. Diseño experimental de ensayos de dispersión

Tamaños de partícula	R30 - R40 - R70
Temperatura (°C)	20 - 50

Fuente: elaboración propia

2.3. Elaboración de recubrimientos y aplicación

Los recubrimientos se formularon dispersando diferentes cantidades de goma brea en agua destilada; además se utilizó colorante hidrosoluble de color contrastante al maní para realizar el seguimiento visual tanto de la operación de recubrimiento, como del producto obtenido. Se decidió comenzar a trabajar con bajas concentraciones de goma brea priorizando la optimización del recurso y teniendo en cuenta que el objetivo principal era proteger a las semillas de maní pero a su vez permitir la germinación, es decir dejar que las semillas sean viables; razón por cual se elaboraron recubrimientos al 1; 1,5; 2 y 4 % de goma brea.

Se dispuso incorporar fungicida para evitar que la germinación se vea afectada por el crecimiento de microorganismos, los cuales cobran importancia dentro de las enfermedades del maní. Dicha aplicación se realizó de dos formas, en un primer caso el fungicida se añadió a la formulación del recubrimiento y en una segunda opción se aplicó como segunda capa sobre la semilla ya recubierta.

Luego de evaluar y comparar las técnicas de recubrimiento ensayadas y los diferentes métodos de secado diseñados, se decidió seleccionar aquel método que cumpla principalmente con el objetivo de este trabajo: recubrir homogéneamente la semilla de maní; pero a su vez, tener en cuenta la variable tiempo, ya que es un parámetro muy importante, debido a que menores tiempos significan directamente mayores ahorros, tanto energéticos como de mano de obra (económicos). Finalmente se estableció la técnica de recubrimiento por atomizado y secado por combinación de convección natural y circulación forzada de aire.

Las muestras constituidas se exponen en la tabla 2. Como testigo referente se utilizaron semillas sin recubrir y además semillas con recubrimiento comercial.

Tabla 2. Muestras recubiertas obtenidas

Muestra	Recubrimiento
1	Sin recubrimiento
2	Sin recubrimiento con fungicida
3	Dispersión de brea al 1%
4	Dispersión de brea al 1,5%
5	Dispersión de brea al 2%
6	Dispersión de brea al 1% con fungicida en la formulación
7	Dispersión de brea al 1,5% con fungicida en la formulación
8	Dispersión de brea al 2% con fungicida en la formulación
9	Polímero comercial
10	Polímero comercial con fungicida

Fuente: elaboración propia

2.4. Ensayos sobre el maní recubierto

Ensayo de germinación: se estudió el poder germinativo, considerando el porcentaje de semillas germinadas y semillas con desarrollo de plántulas, para determinar el recubrimiento más adecuado; es decir, aquel que permita la germinación y que a su vez evite la contaminación fúngica. El ensayo se llevó a cabo en una cámara cerrada con luz y temperatura controlada, en el Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Se trabajó bajo la norma International Seed Testing [10], la cual establece una duración de 10 días para dicho ensayo. Se dispusieron 4 réplicas con 25 semillas cada una.

Absorción de humedad: este ensayo se realizó para predecir el comportamiento del maní recubierto en condiciones de humedad relativa extrema. Se seleccionó un valor del 90% de humedad relativa ambiente como situación extrema. Se utilizó un desecador con una solución saturada de KCl para lograr dicho valor de humedad relativa, además de llevar el equipo a una estufa para mantener la temperatura constante ($23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Se registraron los pesos los días 1, 3 y 6. Las muestras se trataron por duplicado.

Ángulo de reposo: cuando un recipiente con granos es volcado desde un punto fijo sobre una superficie horizontal plana se forma un montículo, de forma cónica. El ángulo formado por el talud es el ángulo de reposo. Dicho ángulo está influenciado por el tamaño, forma, volumen, superficie del grano, contenido de humedad y orientación de las partículas que conforman la masa del grano [11].

Paso por dosificador de siembra: el objetivo de este ensayo fue evaluar las resistencias internas y externas de las semillas recubiertas bajo la acción de los esfuerzos mecánicos de un

dosificador, con el fin de determinar el beneficio de la incorporación del recubrimiento que protege a la semilla. Se llevó a cabo en la cátedra de Maquinarias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, con un dosificador de siembra mecánico para maní montado en un banco de ensayos y conectado a un dispositivo de alimentación.

La placa tiene 26 alvéolos multisesilla y se reguló a una velocidad de rotación de 27,5 rpm, correspondiente a una velocidad de avance de 6,5 km/h en una máquina sembradora que siembra a campo 12 semillas por metro de surco [12].

Ensayo de tracción: por sus características la dispersión de brea penetró el tegumento, el efecto sobre el aumento de resistencia mecánica de la semilla se relacionó con la resistencia a la tracción lograda. Debido a la dificultad de ensayar directamente sobre el tegumento recubierto de maní se tomó como soporte papel de filtro, el cual fue impregnado en condiciones similares al maní. Se cortaron tiras de 10 mm de ancho y 200 mm de largo de papel de filtro, se doblaron sus puntas y se sumergieron en las diferentes dispersiones de goma brea durante 30 segundos. A continuación se dejaron escurrir hasta secar. Para medir las propiedades de tracción se utilizó un texturómetro Instron modelo 3342 perteneciente al Instituto Superior de Investigación, Desarrollo y Servicios en Alimentos (Figura 2).



Figura 2. Texturómetro

Se registró la fuerza y la elongación correspondiente durante la tracción hasta la rotura, por triplicado. Se ensayaron además tiras de papel sin recubrir consideradas blanco de ensayo.

3. Resultados y Discusión

3.1. Caracterización físico-química

En la goma de brea utilizada se encontraron los siguientes componentes

Impurezas: tomando un promedio general de todas las muestras, el porcentaje de impurezas fue de 4,48 %.

La recolección de la brea bruta es un procedimiento realizado a campo, sin acondicionamiento del ambiente circundante a la herida que se practica en el árbol, por lo que el contenido de impurezas se encuentra relacionado con las condiciones de higiene y aislamiento durante dicha actividad.

Humedad: en las muestras disponibles varió entre un mínimo de 10,3%; valor similar al encontrado para otras gomas de brea [13], [14] llegando hasta un 18% como máximo.

Cenizas: el contenido de cenizas de la goma brea proveniente de la localidad Chancaní fue de 3,62%, valor dentro del intervalo encontrado por De Pinto y colaboradores, que van desde el 3 al 6% [13].

Materia grasa total: se encontró un porcentaje de 1,24 %.

Proteínas, utilizando el factor general de conversión 6,25 fue de 1,60 %.

Hidratos de carbono, obtenido por diferencia [9] fue de 83,21 %.

Las impurezas corresponden a materia fina compuesta principalmente por polvo adherido durante el secado de la goma en el árbol al aire libre o incorporado durante la manipulación posterior.

El procedimiento de dispersión que menor tiempo consumió de acuerdo al tamaño de partícula y temperatura se expresa en la Figura 3. La temperatura de trabajo se seleccionó la del ambiente ya que no se encontraron grandes diferencias de consumo de tiempo respecto de trabajar a 50 °C.

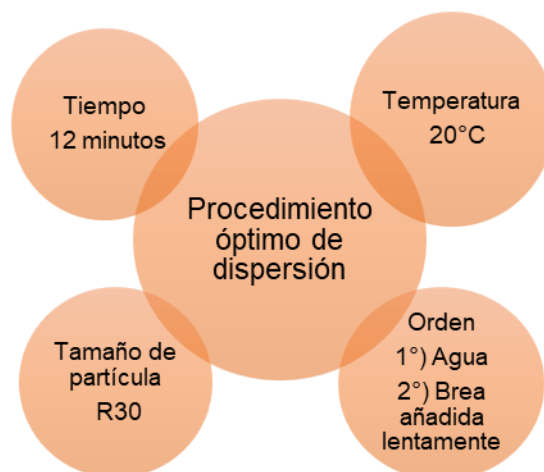


Figura 3. Condiciones óptimas para lograr la dispersión de brea en agua.

Fuente: elaboración propia

3.2. Procedimiento de recubrimiento óptimo

De acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes procesos ensayados, el que mejor homogeneidad en la superficie, impregnación total, facilidad de secado y simplicidad de operaciones demostró, fue el que se describe a continuación (Figura 4).

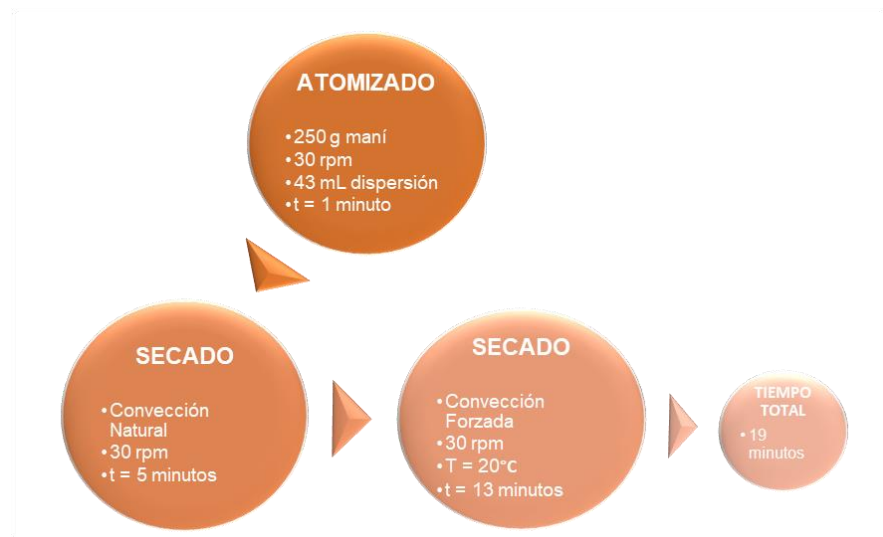


Figura 4. Procedimiento de recubrimiento óptimo con dispersión de Goma Brea al 1 %
Fuente: elaboración propia

Las condiciones operativas fueron, atomizado de dispersión de brea en maní con agitación en paila a 30 rpm. En el secado se utilizó circulación forzada de aire de 93m³/h

En la Figura 5 se muestran los resultados obtenidos para maní recubierto con dispersiones de brea de concentración 1 % (a), 2 % (b) y 4 % (c).



Figura 5. Maní recubierto con brea. a) brea al 1 %, b) brea al 2 %, c) brea al 4 %
Fuente: elaboración propia

En los casos que se utilizó fungicida, el recubrimiento más uniforme se logró incluyéndolo en la brea. Aplicado como segunda capa, la semilla ya cubierta con brea se vuelve a humectar, lo que produce un remezclado heterogéneo superficial.

3.3. Ensayos sobre el maní recubierto

Ensayos de germinación: a los 3 días de iniciada se observó que las muestras recubiertas con brea presentaron una menor cantidad de semillas brotadas con respecto a las muestras testigo, con y sin fungicida, y a las recubiertas con polímero comercial, con y sin fungicida incorporado. Todas las muestras de semillas testigo y las recubiertas solo con brea presentaron desarrollo de hongo y las segundas dieron menos cantidad de semillas germinadas. Las muestras de brea con

fungicida mostraron la menor cantidad de semillas contaminadas, incluso menor que las recubiertas con polímero comercial más fungicida, sin embargo germinaron en días posteriores respecto del resto; esto podría deberse a que la dispersión con fungicida penetra hasta el embrión.

La Tabla 3 muestra los porcentajes de semillas brotadas, plántulas y semillas contaminadas, a los 10 días de comenzado el ensayo.

Tabla 3. Resultados de ensayo de germinación al décimo día

Muestras	Brotadas	Plántulas	Contaminadas
Testigo	1	81	100
Testigo + fungicida	4	77	63
Brea 1%	4	8	100
Brea 1,5%	2	5	100
Brea 2%	5	7	100
Brea 1% + Fungicida en formulación	27	21	51
Brea 1,5% + Fungicida en formulación	17	26	27
Brea 2% + Fungicida en formulación	24	14	81
Polímero comercial	4	68	100
Polímero comercial + Fungicida	5	73	63

Fuente: elaboración propia

La brea, a pesar de ser un polímero constituido por diferentes hidratos de carbono, sirve de sustrato a los microorganismos tanto ambientales como a los que se encuentran en las semillas. Absorción de humedad: en todos los recubrimientos propuestos se logró reducir la absorción de la humedad del ambiente con respecto al maní testigo, con lo cual se mejorarían las condiciones para el almacenamiento de dichas semillas. Esto podría deberse a que la brea penetra el tegumento y el resto de la semilla, disminuyendo su porosidad. En la Figura 6 se muestran las ganancias de peso por absorción de agua en el sexto día de ensayo.

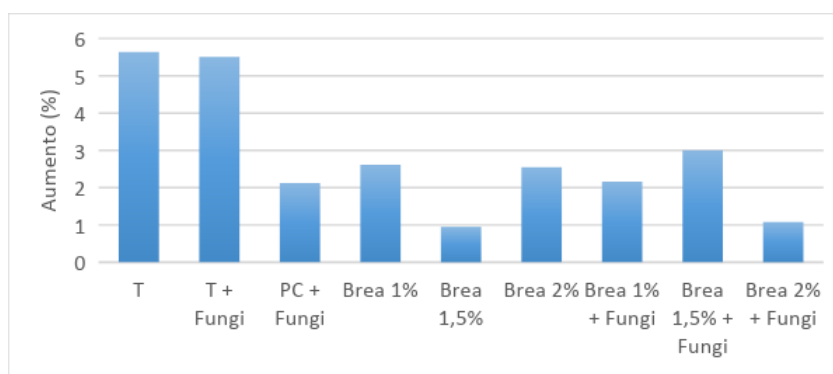


Figura 6. Absorción de humedad en ambiente 90%HR (humedad relativa)

Fuente: elaboración propia

Ángulo de reposo: se observó que las semillas recubiertas presentaron mayores ángulos de reposo en comparación con las semillas testigo (sin recubrimiento), como así también con

respecto al polímero comercial. Esto significa que la goma brea modificó el tegumento causando que se produzca un aumento de la fricción entre las semillas.

La presencia de fungicida en el recubrimiento redujo el valor del ángulo de reposo; en este caso mejoraría la condición superficial de la semilla.

La relación inversa entre concentración de brea y ángulo de reposo podría deberse a que aumentando la concentración del polímero la superficie se vuelve más lisa. Para comprobar este análisis se debería extender el ensayo a recubrimientos con mayor concentración, pero no tendría propósito por los resultados negativos obtenidos en germinación.

Paso por dosificador de siembra: los recubrimientos propuestos arrojaron mayores porcentajes de semillas rotas que las recubiertas con polímero comercial. Sin embargo, los porcentajes de semillas recubiertas con 1,5 % y 1 % de brea con fungicida fueron menores que las testigo y testigo con fungicida. El porcentaje alto de semillas rotas recubiertas con brea a 1 % se correlaciona con el valor alto del ángulo de reposo que se utiliza como estimación de la fricción entre semillas. Es decir, que hay una correlación directa de todas las muestras entre los resultados de ángulo de reposo y de porcentaje de rotura en la sembradora.

Los porcentajes de semillas dañadas (Figura 7) y el reconocimiento visual manifestaron que el recubrimiento de brea humectó y penetró la semilla. Con baja concentración de brea el efecto que se logró sería similar al obtenido cuando se aplica fungicida únicamente; es decir al humectar y secar se produce un fenómeno de tensión de tegumento.

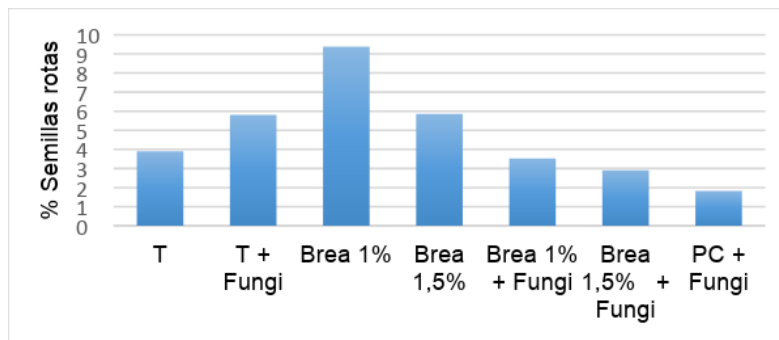


Figura 7. Resultados de ensayo mecánico en dosificador
Fuente: elaboración propia

Ensayo de tracción: la goma brea aumentó la resistencia de la estructura donde se aplicó; en este caso fue papel pero podría trasladarse el resultado al tegumento de maní.

En las tres muestras ensayadas aumentó la resistencia a la tracción (esfuerzo real de rotura) con respecto al blanco, sin embargo entre ellas el valor no se modificó en forma considerable con el aumento en la concentración de brea (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de ensayo de tracción

**CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN AGRO-TECNOLÓGICA DEL EXUDADO DE *CERCIDIUM PRAECOX*
(GOMA DE BREA)**

Muestra	Esfuerzo de tracción a la Rotura (MPa)	Esfuerzo Real a la Rotura (MPa)	Extensión de tracción a la Rotura (mm)	Módulo (automático) (MPa)
Blanco	68,25	68,90	0,99	9326,73
Brea 1 %	81,37 ± 4,75	82,61 ± 4,86	1,58 ± 0,07	7809,98 ± 525,65
Brea 1,5 %	78,09 ± 6,77	79,46 ± 7,03	1,79 ± 0,19	6456,15 ± 81,30
Brea 2 %	84,33 ± 4,01	85,75 ± 4,04	1,76 ± 0,15	7255,39 ± 1073,09

Fuente:

elaboración propia

3.4. Análisis productivo

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se concluyó que es posible recubrir maní con una dispersión de goma de brea bruta en agua en concentración de 1,5 %.

En Argentina, el maní se siembra en hileras separadas a 0,70 m entre sí, con sembradoras convencionales de grano grueso. Para lograr una correcta distribución dentro de la hilera, es necesario usar semillas de tamaño uniforme. Las semillas de granometría 50/60 se deterioran menos que las de mayor tamaño y cuentan con las suficientes reservas como para no afectar el vigor inicial. Para sembrar 18 semillas por metro lineal de surco de la granometría 50/60, asumiendo un 93 % de semilla sana, con 85% de poder germinativo, y una eficacia de nacimiento del 85 %, se necesitan 132 kg/ha de semilla. La mejor densidad de siembra de los cultivares de maní tipo runner es la que permite obtener 10 a 12 plantas bien distribuidas por metro lineal de surco [15].

Teniendo en cuenta que el recubrimiento se realizaría con dispersión al 1,5 % de brea, la cantidad de brea necesaria para una tonelada de maní sería 2,58 Kg. Cada árbol puede generar hasta 350 g de goma por año, es decir que con 8 árboles se superaría la cantidad de goma requerida para recubrir 1Tn de maní que cubren la siembra de 7,5 hectáreas.

Si se plantea el estudio productivo de la zona de Chancaní en la cual se han obtenido producciones anuales entre 100g de brea por árbol a 350g de brea por árbol [4], para una hectárea productiva de brea, se obtendrían las siguientes proyecciones (Tabla 5).

Tabla 5. Planteo productivo de goma de brea

Escenario Optimista	
Árboles por ha	100
Producción de goma por árbol (g)	350
Producción Total (Kg/año)	35
Cantidad de maní a recubrir (Tn)	13,56
Cantidad de hectáreas que pueden sembrarse	101,7 Ha
Escenario Pesimista	
Árboles por ha	100
Producción de goma por árbol (g)	100
Producción Total (Kg/año)	10
Cantidad de maní a recubrir (Tn)	3,87
Cantidad de hectáreas que pueden sembrarse	29 Ha

Fuente: elaboración propia

4. Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo tuvo como uno de los objetivos encontrar la posibilidad de aplicación a gran escala de la goma brea (producto regional) coincidiendo con su utilización posible en maní (producto de agricultura intensiva regional).

Los resultados de la investigación demuestran que la goma de brea bruta puede utilizarse como recubrimiento biodegradable en maní. Para estimar su posible aplicación a gran escala se debería considerar la producción de brea y la de maní simultáneamente.

Los productos forestales no maderables han ganado un importante lugar en el manejo de bosques como resultado de condiciones favorables para su desarrollo y adecuados programas de manejo, tanto en países latinoamericanos como asiáticos. En Argentina, esto no ha ocurrido como consecuencia de la falta de líneas de mercado para este tipo de productos, dificultando su incorporación como una nueva actividad productiva en las economías regionales. El principal beneficio de estos productos es su posibilidad de ser extraídos, preservando la integridad de los recursos naturales de donde se obtienen.

A la vez, la posibilidad de incorporación de productos forestales no maderables en las economías regionales trae aparejado cambios en la estructura socio-económica. Este cambio va a depender de la cantidad de recurso disponible y del potencial mercado a cubrir con el mismo. Los beneficios no económicos de esta posible aplicación implican lograr un doble impacto ambiental considerando como primer aspecto el desarrollo de bosque nativo disminuyendo el riesgo de deforestación y utilizando zonas áridas y semiáridas productivamente no aprovechables. Como segundo beneficio trabajar con un recubrimiento en maní biodegradable

y natural. Otro beneficio es que la semilla conserva el carácter de grano (posible de consumir) hasta tanto se le aplique el fungicida para sembrarlo.

Este trabajo formó parte del proyecto: “INTA - AUDEAS – CONADEV- “Tecnologías innovadoras de biofertilización para la producción sustentable en la región semiárida central” (2015-2016-2017) y permitió el acceso al título de Ingeniero Químico de las Ing. Fernanda Maldonado y Florencia Sosa en Noviembre de 2017.

5. Referencias

- [1] COIRINI, R.; ZAPATA, R.; (2010). Goma Brea. *Informe Reunión Técnica “Goma brea: un producto con potencial para el desarrollo de la economía regional”*. Salta.
- [2] ALESSO, S. P.; ARAUJO, P.; TAPIAS, R.; (2003). Utilization of Brea (*Cercidium praecox*) gum in secondary forests of the Dry Chaco Region. Influence of wound size on production level. *Quebracho* 10, 60-70.
- [3] ALESSO, S. P.; ARAUJO, P.; TAPIAS, R.; (2003). Posibilidades de la Producción de Goma de Brea (*Cercidium praecox*) en el Noroeste de Argentina. *XII World Forestry Congress*, Canadá. 0535-A2.
- [4] ZAPATA, R.; COIRINI, R.; CONTRERAS, A.; KARLIN, M. (2015). Goma Brea. Características y aprovechamiento sustentable. *Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación*.
- [5] BERTUZZI, M. A.; SLAVUTSKY, A. M.; ARMADA, M.; (2012). Physicochemical characterisation of the hydrocolloid from Brea tree (*Cercidium praecox*). *Internacional Journal of Food Science & Technology* 47, 776-782.
- [6] FERNÁNDEZ, E. M.; GIAYETTO, O. (2017). El cultivo de maní en Córdoba. *Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. 2° Edición ampliada*. Las Higueras, Córdoba.
- [7] BLENGINO, C. (2015). Maní: Informe Sectorial N° 2, Octubre 2015. *Área de Estudios Sectoriales. Dirección de Agroalimentos*. <http://www.alimentosargentinos.gob.ar>, junio 2017.
- [8] OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS of AOAC International. (1999). Current though revision 3.
- [9] BERNAL, R. L. (1993). Análisis de Alimentos. *Santa Fé de Bogotá D.C. Colección Julio Carrizosa Valenzuela No 2*. pag 104.

- [10] INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. (2011). Chapter 3: Germination test.
- [11] OSPINA MACHADO, J.E. (2001). Características físico mecánicas y análisis de calidad de granos. . *Universidad Nacional de Colombia*. 1ra edición.
- [12] BARBEITO, C.; CANETO, N.; (2013). Estudio e implementación de biopolímeros como recubrimiento protector en semillas de maní (*Arachis hypogaea*). *Tesis final de grado. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Cs. Exactas, Físicas y Naturales*.
- [13] DE PINTO, G.; RODRIGUEZ, O.; MARTINEZ, M.; RIVAS, C.; (1993). Composition of *Cercidium praecox* Gum Exudates. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 21, N 2, p. 297-300.
- [14] ANDERSON, D. M. W.; WEIPING, W.; LEWIS, G. P.; (1990). The Composition and Properties of Eight Gum Exudates (Leguminosae) of American Origin. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 18, No. 1, pp. 39-42, 1990.
- [15] PEDELINI R. (2016). Maní. Guía Práctica para su Cultivo. *Boletín de Divulgación Técnica 2. 4° Edición*.